

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko – správní

Povodně na Olomoucku
Bc. Miloslav Vácha

Diplomová práce
2009

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Ústav ekonomiky a managementu
Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Miloslav VÁCHA**
Studijní program: **N6202 Hospodářská politika a správa**
Studijní obor: **Ekonomika veřejného sektoru**

Název tématu: **Povodně na Olomoucku**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Krizový management a povodně
Povodně v ČR
Analýza povodně z roku 1997
Ekonomický dopad povodní na Olomoucku

Rozsah grafických prací: -
Rozsah pracovní zprávy: cca 50 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

ANTUŠÁK, E., KOPECKÝ, Z. Úvod do teorie krizového managementu I. 2. vyd. Praha : Vysoká škola ekonomická v Praze, Fakulta podnikohospodářská, 2003. ISBN 50-245-0548-7

ČAMROVÁ, L., JÍLKOVÁ J. Povodňové škody a nástroje k jejich snížení. 1. vyd. Praha : Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku, Fakulty národohospodářské, Vysoká škola ekonomická v Praze, 2006. ISBN 80-86684-35-0

PROCHÁZKOVÁ, D. Řízení bezpečnosti, krizové řízení a plánování, ochrana kritické infrastruktury. Praha : Regionservis, 2005. ISBN 80-239-4452-5

ROUDNÝ, R., LINHART, P. Krizový management I : Ochrana obyvatelstva, mimořádné události. Pardubice : 2004. Univerzita Pardubice. ISBN 80-7194-674-5

TICHÝ, M., Ovládání rizika, analýza a management. Praha: C. H. Beck, 2006. ISBN 80-7179-415-5

AVEN, T., Foundations of risk analysis. Chichester: John Willey & sons, 2005. ISBN 100-471-49548-4

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Radim Roudný, CSc.**
Ústav ekonomiky a managementu

Datum zadání diplomové práce: **29. června 2009**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2010**

doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.
děkanka

L.S.

Ing. Marcela Kožená, Ph.D.
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 14. července 2009

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 19. 4. 2010

Miloslav Vácha

Poděkování:

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Radimu Roudnému, CSc. za náměty, připomínky a cenné rady, které mi ochotně poskytnul v průběhu celého období zpracování mé diplomové práce. Dále děkuji všem respondentům dotazníkového průzkumu za prokázanou ochotu a spolupráci. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat všem mým blízkým za podporu během období studia.

ANOTACE

Práce se zaměřuje na povodně, jakožto mimořádné události vyskytující se na území Olomouce. Zabývá se povodňovou prevencí z hlediska její efektivity. Hlavním předmětem zkoumání je zda náklady na protipovodňová opatření odpovídají povodňovému riziku, které městu hrozí.

KLÍČOVÁ SLOVA

krize; mimořádná událost; povodně; Olomoucko; protipovodňová opatření;
riziková analýza; řeka Morava

TITLE

Floods in the Olomouc region

ANNOTATION

The work focuses on flood, as a specified undesired event, on the territory of the city Olomouc. The work deals with flood prevention from the economic point of view. Expenses on flood control compared to flood risk are the main subject of investigation of this thesis.

KEY WORDS

crisis; floods; flood control; hazard operation study; Morava river; Olomoucko; specified undesired event

Obsah

Použité zkratky	9
Seznam grafů, obrázků a tabulek	10
Úvod	11
1 Krizový management, mimořádné události a povodně	12
1.1 Krizový management	12
1.1.1 Legislativa	12
1.1.2 Krizové řízení	14
1.1.3 Orgány krizového řízení	14
1.2 Mimořádné události	14
1.2.1 Členění mimořádných událostí	15
1.3 Povodně v ČR	16
1.3.1 Povodňová charakteristika území ČR	18
1.3.2 Povodňová opatření	20
1.3.3 Organizace povodňové ochrany v ČR	20
1.3.4 Ochrana před povodněmi	21
1.3.5 Hlásná povodňová služba	23
1.3.6 Štupně povodňové aktivity	25
1.3.7 Předpovědní povodňová služba	26
2 Povodí řeky Moravy	27
2.1 Základní údaje o povodí	27
2.2 Oblasti povodí	28
2.3 Geologické a Hydrologické poměry	29
2.4 Srážkové a teplotní poměry	30
2.5 Správa povodí řeky Moravy	31
2.6 Charakteristika toku řeky Moravy	31
3 Povodí Moravy na území města Olomouc	33
3.1 Geografie Olomouce	33
3.2 Povodňový plán města Olomouce	34
3.2.1 Předpovědní a hlásná povodňová služba v Olomouci	34
3.2.2 Povodňové prohlídky	34

3.2.3	<i>Orgány krizového řízení statutárního města Olomouc</i>	35
3.2.4	<i>Hlásný profil Olomouc - Nové Sady</i>	36
3.2.5	<i>Manipulační objekty</i>	37
3.3	Protipovodňová opatření na území města Olomouc	38
3.3.1	<i>Realizované projekty</i>	39
3.3.2	<i>Prozatím nerealizované projekty</i>	41
3.3.3	<i>Shrnutí</i>	43
4	Analýza povodně z roku 1997	45
4.1	Atmosférické podmínky	45
4.1.1	<i>První vlna srážek</i>	46
4.1.2	<i>Druhá vlna srážek</i>	47
4.2	Aktivita povodňových orgánů při povodni	47
4.3	Povodňové škody v číslech	48
4.4	Vládní balíčky a jiná finanční pomoc po povodních	49
4.5	Povodeň na území Olomouce	51
4.5.1	<i>Zatopená území města</i>	51
4.5.2	<i>Škody</i>	52
4.5.3	<i>Pomoc Olomouci</i>	53
4.5.4	<i>Plusy povodně</i>	53
5	Analýza rizik spojených s povodněmi	54
5.1	Odhad výše povodně pro další roky	54
5.2	Druh a míra poškození ochranných hrází	58
5.3	Odhad relativní četnosti porušení hrází	60
5.4	Výpočet povodňového rizika	61
5.5	Zhodnocení efektivnost protipovodňových opatření	63
6	Dotazníkový průzkum	68
6.1	Analýza závislostí	71
	Závěr	73
	Literatura	75
	Seznam příloh	77

Použité zkratky

ČHMÚ - Český hydrometeorologický ústav

ČMZRB - Českomoravská záruční a rozvojová banka

ČR – Česká Republika

IZS – Integrovaný záchranný systém

MD – Ministerstvo dopravy

MMR – Ministerstvo pro místní rozvoj

OK – Olomoucký kraj

OPR – Obec s rozšířenou působností

OÚ – Okresní úřad

PM - Povodím Moravy, s.p.

PP – Povodňový plán

PPO – Protipovodňová opatření

SPA – Stupeň povodňové aktivity

ÚPnSÚ - Územním plánu sídelního útvaru

ÚSÚ – Ústřední správní úřad

ZZS – Zdravotnická záchranná služba

Seznam grafů, obrázků a tabulek

<i>Graf 1 - Škody z hlediska vlastnictví</i>	48
<i>Graf 2 - Výdaje ze státního rozpočtu 1997 dle institucí</i>	50
<i>Graf 3 – Historie povodní v Olomouci – Nové Sady</i>	57
<i>Graf 4 - Příčiny poruch hrází v %</i>	58
<i>Graf 5 - Typy poruch hrází v %</i>	59
<i>Graf 6- Histogram četností povodní</i>	64
<i>Graf 7 - Časový vývoj ΔR a nákladů na PPO</i>	67
<i>Graf 8 – Věková struktura respondentů</i>	68
<i>Graf 9 - Úhrny škod v %</i>	69
<i>Graf 10- Protipovodňová opatření v %</i>	70
<i>Graf 11 – Postup v krizovém stavu</i>	72
<i>Graf 12 – Zájem o povodně</i>	72
<i>Obrázek 1 - Hydrogram povodňové vlny</i>	17
<i>Obrázek 2 - Druhy povodní</i>	19
<i>Obrázek 3 - Návaznost povodňových plánů</i>	22
<i>Obrázek 4 – Přenos informací předpovědní a hlásné povodňové služby</i>	26
<i>Obrázek 5 – Schéma organizace krizového řízení</i>	35
<i>Obrázek 6 – Manipulační objekty na řece Moravě</i>	37
<i>Obrázek 7 - Etapy PPO v Olomouci</i>	39
<i>Obrázek 8 - Nábřežní zeď, levý břeh</i>	42
<i>Obrázek 9 – Hranice rozlivu řeky Moravy v Olomouci</i>	44
<i>Obrázek 10 - Infračervený snímek z družice Meteosat z 6. 7. 1997</i>	46
<i>Tabulka 1 – Rozdělení povodňových opatření</i>	20
<i>Tabulka 2 - kategorie hlásných profilů</i>	24
<i>Tabulka 3 - Seznam nádrží významných pro ochranu před povodněmi v povodí Moravy</i>	28
<i>Tabulka 4 – Základní údaje hlásného profilu Olomouc – Nové Sady</i>	36
<i>Tabulka 5 - Nejvyšší zaznamenané vodní stavy, údaje jsou v [cm]</i>	37
<i>Tabulka 6 – Zatopené čtvrti Olomouce</i>	52
<i>Tabulka 7 – Povodně s největším průtokem od roku 1920</i>	55
<i>Tabulka 8 – Spolehlivost hrází</i>	61
<i>Tabulka 9 - Četnosti výskytu povodní s kulminačním průtokem $\geq Q_2$</i>	64
<i>Tabulka 10 – Ostatní náklady na PPO k 11. 12. 2009</i>	65
<i>Tabulka 11 - přínosy a náklady PPO</i>	66
<i>Tabulka 12 - Statistické ukazatele</i>	71

Úvod

Téma své diplomové práce „*Povodně na Olomoucku*“ jsem si vybral z důvodu vysoké aktuálnosti této problematiky. Nejen letošní rok je totiž klimaticky nepředvídatelný, ale již dlouhodobě dochází v tomto ohledu k výrazným změnám. Navíc stále narůstá intenzita přírodních katastrof, které často vedou k velkým ekonomickým škodám a bohužel také, což je nejsmutnější, ke ztrátám na životech. Je jedno jestli se jedná o vichřici, nedávnou sněhovou kalamitu, nebo silné přívalové deště způsobující rozvodnění řek, až povodně.

Právě povodněmi a krizovým managementem České republiky celkově se ve své práci zabývám. Lokalitu Olomouce jsem si zvolil z prostého důvodu. V tomto městě žiji od svých 7 let, zažil jsem tedy na vlastní kůži historicky nejhorší pozorovanou povodeň této oblasti v roce 1997, a proto je logické, že mě tato tematika velmi zajímá.

Ve starých letopisech jsou zápisy o hrozivých záplavách na našem území už ve 12. až 14. století. Povodeň tudíž není pro naši oblast ničím novým. Přesto se ne vždy přistupovalo k této problematice s patřičným respektem a zodpovědností. Již dříve zmiňovaná povodeň v roce 1997 na Moravě a hlavně pak ta v roce 2002 v Čechách nám ukázala, že je třeba vymyslet a následně realizovat v tomto směru určitá opatření. Jako následek těchto dvou výjimečných povodní také vzniklo mnoha zákonů, protipovodňových plánů a protipovodňových opatření. I tímto se ve své práci zabývám. Strukturálně je má práce rozčleněna do šesti částí. V první části práce bylo využito zejména metody průzkumu oborově zaměřené literatury a dalších teoretických zdrojů. Další čtyři části práce jsou zpracovány na základě průzkumu dat získaných z Povodí Moravy, s.p. a internetových zdrojů, v kombinaci se statistickými a matematickými metodami. V poslední části prezentuji výsledky dotazníkového průzkumu a doplňuji je krátkými komentáři.

Hlavní cíle mé diplomové práce jsou obsaženy v těchto bodech:

- **pomocí dostupné literatury a internetových zdrojů popsat obecně problematiku mimořádných událostí, povodní a rizik,**
- **popsat povodňovou situaci na území statutárního města Olomouc,**
- **analyzovat katastrofální povodeň v roce 1997,**
- **ověřit hypotézu, zda finance vynaložené statutárním městem Olomouc na povodňovou prevenci jsou úměrné povodňovému riziku této oblasti.**

1 Krizový management, mimořádné události a povodně

1.1 Krizový management

Krize obecně lze definovat jako situace, ve kterých významným způsobem narušena rovnováha mezi základními charakteristikami systému (Například filosofie, hodnoty, cíle, styl fungování) na straně jedné a postojem okolního prostředí k danému systému na straně druhé.

Krizovým managementem obecně rozumíme jakékoliv řízení krizí s účastí lidského faktoru.¹ Řízení krizí pod sebou zahrnuje celou řadu úkonů, od prevence kritických situací a samotné zvládnutí kritických situací až po obnovu a rozvoj postižených území, které provádějí věcně příslušné orgány.

1.1.1 Legislativa

Legislativní rámec nad oblastí krizového managementu tvoří **ústavní zákony:**

č. 1/1993 Sb., Ústava České republiky, ve znění pozdějších předpisů
č. 110/1998 Sb., Ústavní zákon o bezpečnosti České republiky

zákony:

č. 240/2000 Sb., Zákon o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon), ve znění zákona č. 320/2002 Sb.

č. 241/2000 Sb., Zákon o hospodářských opatřeních pro krizové stavy a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění zákona č. 320/2002 Sb.

č. 222/1999 Sb., Zákon o zajišťování obrany ČR

č. 585/2004 Sb., Zákon o branné povinnosti a jejím zajišťování (branný zákon)

č. 239/2000 Sb., Zákon o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů

¹ Krizový management I. [8] str. 7

dále **vyhlášky:**

č.328/2001 Sb., Vyhláška Ministerstva vnitra, o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému

č.186/2002 Sb., Vyhláška Ministerstva financí, kterou se stanoví náležitosti přehledu o předběžném odhadu nákladu na obnovu majetku sloužícího k zabezpečení základních funkcí v území postiženém živelní nebo jinou pohromou a vzor pověření osoby pověřené krajem zjišťováním údajů nutných pro zpracování tohoto přehledu

č.380/2002 Sb., Vyhláška Ministerstva vnitra k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva

č. 281/2001 Sb., Vyhláška Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, kterou se provádí § 9 odst. 3 písm. a) zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon)

č. 434/1992 Sb., Vyhláška Ministerstva zdravotnictví o zdravotnické záchranné službě

č. 75/2001 Sb., Vyhláška Českého báňského úřadu, kterou se stanoví báňsko-technické podmínky pro zřizování, využití a ochranu důlních děl vybraných pro využití při krizových situacích pro uplatňování preventivních, technických a bezpečnostních opatření a provádění kontrol,

a **nařízení:**

č. 399/2002 Sb., Nařízení vlády, kterým se provádí zákon č.12/2002 Sb., o státní pomoci při obnově území postiženého živelní nebo jinou pohromou a o změně zákona č.363/1999 Sb., o pojišťovnictví a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojišťovnictví), ve znění pozdějších předpisů, (zákon o státní pomoci při obnově území) Usnesení vlády České republiky č.417 ze dne 22. dubna 2002 - Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2006 s výhledem do roku 2015

č. 462/2000 Sb., Nařízení vlády k provedení § 27 odst. 8 a § 28 odst. 5 zákona č.240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon)

č. 463/2000 Sb. Nařízení vlády, o stanovení pravidel zapojování do mezinárodních záchranných operací, poskytování a přijímání humanitární pomoci a náhrad výdajů vynakládaných právníckými osobami a podnikajícími fyzickými osobami na ochranu obyvatelstva

1.1.2 Krizové řízení

Obecným principem krizového managementu je aktivace zvláštních metod řízení společnosti v období vyhlášení krizového stavu. Pojem krizový stav je třeba chápat jako právní kategorii vyhlášenou krizovými orgány, tj. Parlamentem ČR (stav ohrožení, válečný stav), vládou ČR (nouzový stav), hejtmanem kraje, nebo primátorem hlavního města Prahy (stav nebezpečí) v přímé závislosti na charakteru a rozsahu krize.

1.1.3 Orgány krizového řízení

Orgány krizového řízení nazýváme zákonem jmenované orgány veřejné správy, které jsou předurčené k řešení krizových situací a vznikají na území České republiky. Dle „zákona o krizovém řízení“ hlava II, díl 1 – 7 se za orgány krizového řízení považují:

- vláda ČR
- ministerstva a jiné správní úřady
- Česká národní banka
- orgány kraje a ostatní orgány s územní působností
- orgány obce

1.2 Mimořádné události

Mimořádnou událostí se rozumí škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací.²

Záchranné práce jsou činnosti k odvrácení nebo omezení bezprostředního působení rizik vzniklých mimořádnou událostí, zejména ve vztahu k ohrožení života, zdraví, majetku nebo životního prostředí, a vedoucí k přerušení jejich příčin. Likvidační práce jsou činnosti k odstranění následků způsobených mimořádnou událostí, přičemž následky se rozumí účinky působící na osoby, zvířata, věci a životní prostředí. Mimořádná událost je nenadálý částečně nebo zcela neovládaný, časově a prostorově ohraničený děj, který vznikl v souvislosti s

² Zákon č. 239/2000 Sb. § 2b

provozem technických zařízení, působením živelních pohrom, neopatrným zacházením s nebezpečnými látkami nebo v souvislosti s epidemiemi a dalšími negativními vlivy.³

Pokud dojde k mimořádné události, tak její eliminace se řeší na úrovni územního správního úřadu, na jehož území se mimořádná událost vyskytuje. Samozřejmě pokud síly a prostředky dané úrovně na tuto eliminaci stačí. V případě, že mimořádná událost zasáhne najednou více územních celků obcí s rozšířenou působností zabezpečuje koordinaci záchranných a likvidačních prací hejtman kraje. Pokud je zasaženo několik krajů, pak působnost přechází na Ministerstvo vnitra.

1.2.1 Členění mimořádných událostí

Existuje několik hledisek pro členění mimořádných událostí. Já jsem se rozhodl uvést tyto 4 základní.

Časové hledisko:

- Krátkodobé,
- dlouhodobé.

Hledisko původu:

- přírodní,
- antropogenní,
- smíšené.

Hledisko velikosti postiženého území:

- lokální (místní) – nepřesahující hranice obce,
- regionální (oblastní) – nepřesahující hranice kraje,
- celostátní – dojde k postižení celého území státu,
- globální – dopad mimořádné události na více států.

Hledisko rychlosti vzniku:

- skokové (vteřiny a minuty),
- krátkodobé (hodiny),
- střednědobé (dny),
- dlouhodobé (měsíce).⁴

³ Mimořádné události. Dostupné z: <http://www.zachranny-kruh.cz/mimoradne_udalosti/mimoradne_udalosti_zakladni_pojmy.html>

1.3 Povodně v ČR

Povodně představují v České republice nejčastější příčiny krizových situací a materiálních škod, způsobených živelnými pohromami. Povodní se rozumí výrazné zvýšení hladiny vodního toku, při kterém reálně hrozí vylití vody z koryta, nebo stav, kdy voda již zaplavuje území a způsobuje škody.

Pro pochopení problematiky povodní bylo nutné se nejdříve obeznámit s pár základními pojmy. Některé z nich zde uvádím. Pro snadnou orientaci jsem je seřadil dle abecedy.

Hydrologický režim – přirozeným režimem rozumíme zákonitosti změn hydrologických jevů v čase a prostoru vyvolané především klimatickými činiteli. Pokud tyto změny zaviní umělé zásahy, pak se jedná o ovlivněný hydrologický režim. Podle rozdělení vodnosti během roku rozlišujeme v ČR 3 oblasti: horskou - sněhovodešťovou, horskou - sněhovou, vrchovinnou - nížinnou.⁵

Inundační území - Část území v okolí vodních toků, které je periodicky zaplavované zvýšenými povodňovými průtoky.

Kulminační průtok – tímto termínem označujeme nejvyšší zaznamenaný průtok v průtokové vlně. Viz obrázek č. 1.

N-letý průtok – je průtok, který je na daném území dosažen, nebo dokonce překročen v průměru jednou za N-let. Např. $Q_5 = 40 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ tedy odpovídá kulminačnímu průtoku dosaženému jednou za 5 let. Samozřejmě tato hodnota může být dosažena častěji, jde jen o teoretické vyjádření.

Objem průtokové vlny – udává množství vody na daném toku vyjádřené v m^3 , od počátku do konce trvání průtokové vlny.

⁴ Krizový management I [8], s. 9

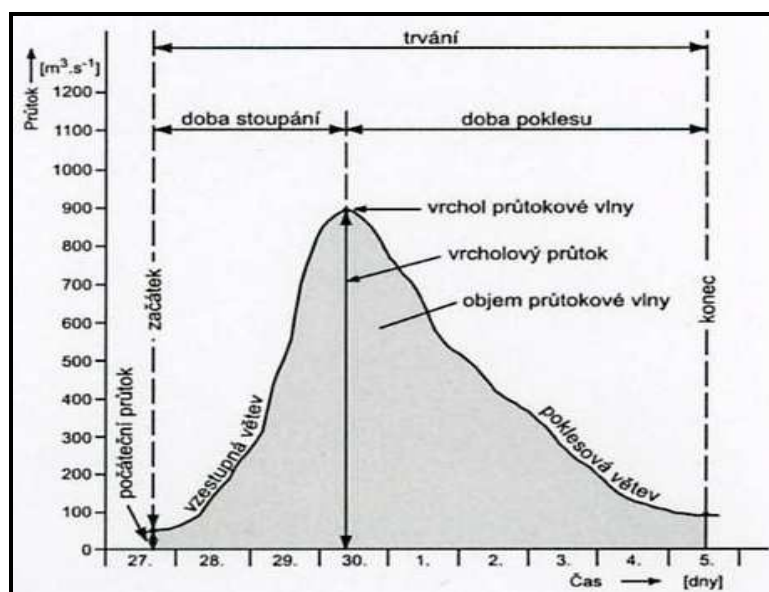
⁵ Případová studie – Povodně. Dostupný z: <<http://www.herber.webz.cz>>

Povodí - je území, ze kterého veškerý povrchový odtok odtéká sítí vodních toků k určitému místu vodního toku (obvykle soutok s jiným vodním tokem nebo vyústění vodního toku do jiného vodního útvaru). Povodí je ohraničeno rozvodnicí, kterou je myšlená hranice geomorfologického rozhraní mezi sousedními povodími. Plocha povodí zahrnuje také plochy povrchových vodních útvarů v povodí.⁶

Průtok - označuje se Q , udává se v s^{-1} nebo m^3s^{-1} a představuje objem vody protékající průtočným profilem za sekundu.⁷

Průtoková vlna – velmi zjednodušeně ji lze popsat jako charakteristiku průběhu odtoku (zvláštním druhem průtokové vlny je vlna povodňová). Příklad povodňové vlny znázorňuje obrázek č. 1.

Trvání průtokové vlny – vyjadřuje, většinou ve dnech, dobou mezi začátkem a koncem průtokové vlny.



Obrázek 1 - Hydrogram povodňové vlny

Zdroj: Případová studie – Povodně. Dostupný z:

<http://www.herber.webz.cz/www_slovakia/case_studies/povodne.html>

⁶ Zákon č. 254/2001 Sb. § 2 odst. 10

⁷ Hydrologie. 1. vyd. [5] str. 114

1.3.1 Povodňová charakteristika území ČR

Česká republika má následkem značné členitosti svého území velmi hustou hydrografickou síť o délce cca 85 tis. km. Nachází se v oblasti mírného klimatického pásma s pravidelným sezónním cyklem teplot a srážek. Mimo těchto dlouhodobých výkyvů jsou krátkodobé změny počasí způsobovány častými přechody atmosférických front, které od sebe oddělují teplejší a studenější vzduchové masy a jsou většinou doprovázeny srážkami.

Rozdělení srážek v průběhu roku má spíše kontinentální charakter. Nejvyšší měsíční úhrny srážek připadají na květen až srpen, nejméně srážek je v únoru a březnu. V letních měsících se často vyskytují krátkodobé extrémní srážky bouřkového charakteru, které zasahují poměrně malá území. Dlouhodobý úhrn srážek obecně stoupá se zvětšující se nadmořskou výškou, významně se však projevují orografické vlivy terénu.

Sněhová pokrývka se objevuje v průměru od poloviny prosince do poloviny března, na horách leží sníh někdy až do května. Výška sněhové pokrývky v průměru dosahuje v nížinách 10 - 20 cm, ve středních polohách 40 - 60 cm, na horách přes 100 cm. Ve sněhově bohatém roce je na celém území ve sněhu akumulováno přibližně 5 mld. m³ vody. Období tání sněhové pokrývky není pravidelné. Tání významná pro vznik povodní mohou nastat prakticky od prosince až do dubna.

Průměrný roční odtok z území republiky činí 15,1 mld. m³, což odpovídá měrnému odtoku 6,1 ls⁻¹km⁻². Odtokové poměry jsou značně nerovnoměrné. Poměr průměrného a maximálního průtoku (100-letá povodeň) je na větších tocích 1:20 až 1:50, na malých tocích se blíží 1:100 a na některých horských tocích je ještě větší.⁸

Na našem území rozlišujeme dva základní druhy povodní. Zvláštní povodeň a povodeň přirozenou.

Zvláštní povodeň

Jako zvláštní povodně se označují povodně vzniklé v souvislosti s haváriemi hydrotechnických zařízení, nejčastěji se jedná o protržení hrází rybníků, či přehrad. Povodně tohoto druhu naštěstí nejsou častým jevem. Pokud ovšem nastanou, mívají katastrofální důsledky. Mají velmi rychlý vývoj a lze je charakterizovat jako přílivovou vlnu s ohromnou destrukční silou. Všeobecně se usuzuje, že potenciálním zdrojem povodňového nebezpečí

⁸ Povodňový plán ČR dostupný z: <http://www.dppcr.cz/html_pub/index.html?a_titulni_list.htm>

jsou vodní díla, tedy místa kde je nakumulováno dostatečně velké množství vody. Čím větší vodní dílo a objem nádrže je, tím větší je logicky riziko.

Přírozená povodeň

Přírozenou povodní je povodeň způsobená přírodními jevy, při které dojde k vylití vody z říčního koryta. Důvodem pro toto vylití může být zvýšení průtoku a překročení kapacity koryta, nebo naopak snížení průtočné kapacity říčního koryta. Povodně škodí, na horních tocích s relativně velkým spádem, svojí silou a unášeným materiálem, nebo podmáčením, při dlouhodobém zaplavení budov a pozemků v údolích.



Obrázek 2 - Druhy povodní

Zdroj: Vlastní schéma

Přírozená povodeň se dále dělí na zimní a jarní povodně způsobené táním sněhové pokrývky, popřípadě v kombinaci s dešťovými srážkami, vyskytují se nejvíce na podhorských tocích. Letní povodně způsobené dlouhotrvajícími regionálními dešti, které se vyskytují na všech tocích zasaženého území, obvykle s výraznými důsledky na středních a větších tocích. Letní povodně způsobené krátkodobými srážkami velké intenzity (přesahují 100mm/hod) zasahujícími malá území. Mohou se vyskytovat kdekoli na malých tocích a nelze se proti nim prakticky bránit, jelikož mají extrémně rychlý průběh. Zimní povodně způsobené ledovými jevy na tocích i při relativně menších průtocích.

1.3.2 Povodňová opatření

Povodňová opatření se člení na přípravná opatření, opatření za povodně a opatření po povodních. Jednotlivé činnosti spadající pod tyto kategorie jsem sepsal do tabulky č. 1.

Tabulka 1 – Rozdělení povodňových opatření

přípravná	za povodně	po povodni
stanovování záplavových území	ovlivňování odtokových poměrů	obnovení povodní narušených funkcí
povodňové plány	povodňové zabezpečovací práce	Zjišťování, oceňování a odstraňování povodňových škod
organizační a technická příprava	povodňové záchranné práce	zjištění příčin, negativně ovlivňujících průběh povodně
varování při nebezpečí povodně	zabezpečení náhradních funkcí a služeb	dokumentace a vyhodnocení povodňové situace
činnost předpovědní povodňové služby		

Zdroj: Povodňový plán města Olomouce. Dostupný z:

<<http://www.olomouc.eu/phprs/view.php?cislocianku=2004090702>>, vlastní úprava

1.3.3 Organizace povodňové ochrany v ČR

Řízení protipovodňové ochrany v období mimo povodeň zajišťují:

- orgány obcí a v hlavním městě Praze orgány městských částí
- obecní úřady obcí s rozšířenou působností a v hlavním městě Praze úřady městských částí stanovené Statutem hlavního města Prahy
- Krajské úřady
- Ministerstvo životního prostředí ČR

Po dobu povodně jsou povodňovými orgány:

- a) povodňové komise obcí, a v hlavním městě Praze povodňové komise městských částí
- b) povodňové komise obcí s rozšířenou působností a v hlavním městě Praze povodňové komise městských částí stanovené Statutem hlavního města Prahy
- c) povodňové komise krajů
- d) ústřední povodňová komise České republiky.⁹

Informační zabezpečení ochrany před povodněmi

V České Republice existují čtyři základní úrovně informačního zabezpečení ochrany před povodněmi:

- Stálé dokumenty obsahující potřebné informace
- Pravidelně poskytované hydrometeorologické informace
- Aktuální informace
- Souhrnné informace po skončení povodně

1.3.4 Ochrana před povodněmi

Ochrana před povodněmi jsou opatření k předcházení a zamezení škod při povodních na životech a majetku občanů, společnosti a na životním prostředí prováděná především systematickou prevencí, zvyšováním retenční schopnosti povodí a ovlivňováním průběhu povodní.¹⁰

Ochrana před povodněmi je zabezpečována především podle povodňových plánů. Základním dokumentem zabývajícím se touto problematikou na území ČR je Povodňový plán České Republiky. Ten obsahuje podrobné rozdělení úkolů a činností při provádění opatření k ochraně před povodněmi. Toto rozdělení se týká jak ústředních orgánů státní správy, tak organizací s celorepublikovou nebo významnou regionální působností. Dále Povodňový plán obsahuje organizační a technická opatření, potřebná k odvrácení nebo zmírnění škod na životech, či majetku a škod na životním prostředí. Povodňový plán se podrobuje každý rok aktualizaci, podle aktuálních dat. Povodňové plány menších celků musí být v souladu s povodňovým plánem vyššího územního celku.

⁹ Povodňový plán města Olomouce. Dostupný z: <<http://www.olomouc.eu/phprs/view.php?cisloclanku=2004090702>>

¹⁰ Zákon č. 254/2001 Sb. § 63 odst. 1

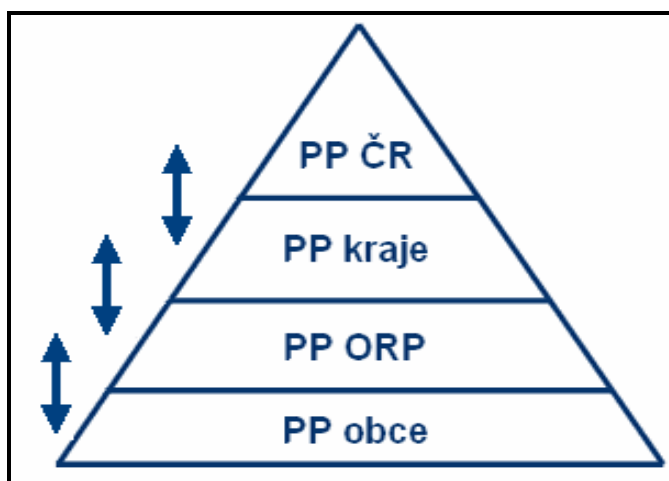
Části povodňového plánu

- Věcná část – zajišťuje údaje pro zajištění nemovitostí územního celku
- Organizační část – obsahuje seznamy jmen, způsoby spojení a úkoly pro všechny účastníky protipovodňové ochrany
- Grafická část – zde najdeme mapy záplavových území, evakuační trasy a hlásná místa

Z hlediska územních celků rozdělujeme povodňové plány do následujících kategorií.

Povodňové plány územních celků

- Povodňové plány obcí
- Povodňové plány obcí s rozšířenou působností
- Povodňové plány krajů
- Povodňový plán České Republiky ¹¹



Obrázek 3 - Návaznost povodňových plánů

Zdroj: Povodňový informační systém <<http://www.povis.cz>>

PP ČR získává data z PP krajů ovšem rovněž předává data pro PP krajů jako agregované informace jejich okolí, ke kterým by se jinak jen těžko dostávali, neboť nepatří do jejich správního území. Podrobnost dat je samozřejmě nízká, jelikož zde lze získat informace o celém našem území. Obdobný postup se uplatňuje u všech nižších územních celků.

¹¹ Povodňový informační systém. Dostupný z <<http://www.povis.cz/html/>>

V současnosti již také existuje digitální povodňový informační systém jehož součástí jsou digitální povodňové plány (dPP). Jedná se o samostatnou aplikaci, která umožňuje prezentovat povodňové plány jak přes webové rozhraní, tak i zcela nezávisle na internetovém připojení, bez nutnosti instalace jakéhokoli programu. Textová a mapová část aplikace dPP jsou zcela otevřené všem uživatelům. Navíc celý systém je navržen tak, aby kladl minimální nároky na svého uživatele.

1.3.5 Hlásná povodňová služba

Zabezpečuje informace povodňovým orgánům pro varování obyvatelstva v místě očekávané přirozené nebo zvláštní povodně a v místech, ležících níže na postiženém vodním toku. Informuje povodňové orgány a účastníky ochrany před povodněmi o vývoji povodňové situace a předává zprávy a hlášení potřebná k jejímu vyhodnocování a k řízení opatření na ochranu před povodněmi. Systém hlásné povodňové služby je decentralizovaný, založený na aktivitách všech účastníků ochrany před povodněmi a přizpůsobený místním podmínkám. Systém musí být na jednotlivých úrovních řízení ochrany před povodněmi propojen s povodňovými plány a to zejména v návaznostech na stanovení hlásných profilů a stupňů povodňové aktivity, zabezpečení pozorování hlásných profilů a předávání hlášení, opatření prováděná při dosažení nebo vyhlášení stupňů povodňové aktivity. V systému hlásné povodňové služby rozlišujeme dva hlavní směry předávání informací:

- informace postupující shora dolů, tj. od pracovišť předpovědní povodňové služby ČHMÚ nebo vodohospodářských dispečinků Povodí přes systém krizového řízení, a jednotlivé stupně povodňových orgánů až k obyvatelstvu a ohroženým subjektům. Charakter informace se postupně cestou dolů doplňuje a konkretizuje podle místních podmínek a povodňových plánů. Do této kategorie patří i hlášení, které posílá jedna obec dalším obcím níže po toku.
- informace postupující zdola nahoru, tj. od pozorovatelů hlásných profilů, hlídkové služby, k povodňovým orgánům obcí, obcí s rozšířenou pravomocí, krajů, ucelených povodí a ústřednímu povodňovému orgánu, sloužící pro hodnocení průběhu povodňové situace a řízení prováděných opatření. Tyto informace se cestou nahoru vyhodnocují a syntetizují do formy odpovídající příslušné úrovni a podrobnosti řízení.

Hlásné profily se podle významu rozdělují do tří kategorií:

- **Základní hlásné profily** – kategorie A – jsou vybrané profily s vodoměrnými stanicemi na významných vodních tocích. Informace z těchto profilů jsou nezbytné pro řízení opatření k ochraně před povodněmi na národní úrovni, nebo jsou využívány pro předpovědní povodňovou službu.
- **Doplňkové hlásné profily** – kategorie B – jsou profily na vodních tocích, které jsou nezbytné pro řízení opatření k ochraně před povodněmi na regionální (krajské) úrovni. Jsou zřizovány krajskými úřady.
- **Pomocné hlásné profily** – kategorie C – jsou účelové profily na vodních tocích, které mohou zřídit obce.

Tabulka 2 - kategorie hlásných profilů

kategorie	provozovatel
A	ČHMÚ nebo Povodí
B	místně příslušné obce
C	obce nebo vlastníci ohrožených nemovitostí

Zdroj: <http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_document.php>

Kriteria výběru hlásných profilů

Hlásné profily kategorie A a B se zřizují na tocích, které splňují tato kritéria:

- při ústí toku je $Q_{100} > 100 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$
- při ústí toku je plocha povodí $P > 150 \text{ km}^2$ a $Q_{100} > 50 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$

Výběr hlásných profilů kategorie C provádějí obce nebo vlastníci ohrožených nemovitostí na vodních tocích podle svých individuálních potřeb, pokud jim nepostačují profily kategorie A nebo B. Hlásné profily kategorie C jsou uvedeny v povodňových plánech obcí a ohrožených subjektů. Uvedená kritéria jsou orientační. V odůvodněných případech je možno vybrat i menší vodní toky.¹²

¹² Metodický pokyn odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí k zabezpečení hlásné a předpovědní povodňové služby. Dostupný na: <www.mzp.cz>

1.3.6 Stupně povodňové aktivity

Rozsah opatření prováděných na ochranu před povodněmi se řídí mírou povodňového nebezpečí. Ta se vyjadřuje třemi stupni povodňové aktivity označovanými též SPA:

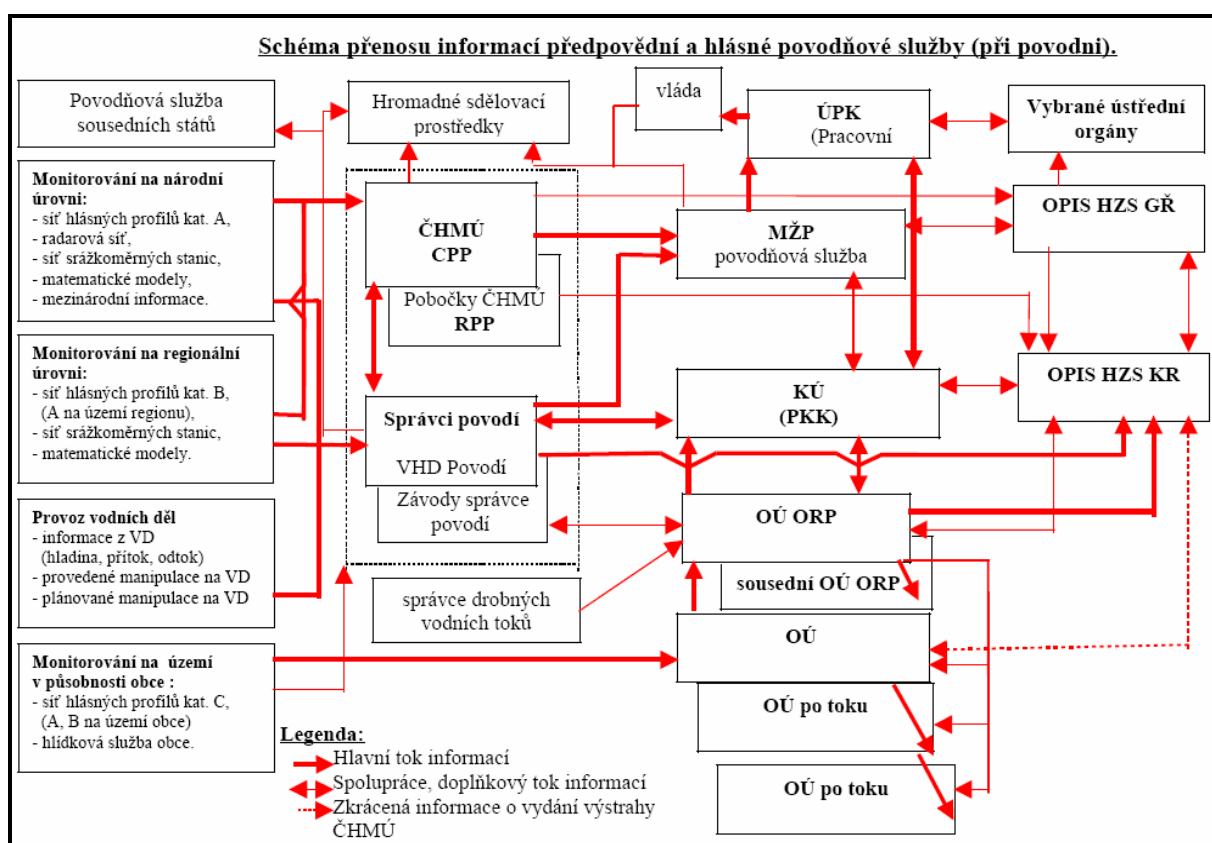
- **1. stupeň** - bdělost - nastává při nebezpečí přirozené povodně a zaniká, pominou-li příčiny takového nebezpečí. Za stav bdělosti se pokládá rovněž situace takto označená předpovědní povodňovou službou ČHMÚ. Při 1. stupni povodňové aktivity je třeba věnovat zvýšenou pozornost vodnímu toku nebo jinému zdroji povodňového nebezpečí. Zpravidla zahajuje činnost hlásná povodňová služba a hlídková služba.
- **2. stupeň** - pohotovost - vyhláší příslušný povodňový orgán, když nebezpečí povodně přerůstá v povodeň a v době povodně, když však ještě nedochází k větším rozlivům a škodám mimo koryto. Při tomto stupni povodňové aktivity se vývoj situace dále pečlivě sleduje, aktivizují se povodňové orgány a další složky povodňové služby, uvádějí se do pohotovosti prostředky na zabezpečovací práce, podle možnosti se provádějí opatření ke zmírnění průběhu povodně.
- **3. stupeň** - ohrožení - vyhláší příslušný povodňový orgán v době povodně při bezprostředním nebezpečí nebo při vzniku větších škod, ohrožení majetku a životů v záplavovém území. Při 3. Stupni povodňové aktivity se provádějí zabezpečovací a podle potřeby záchranné práce.

Stupně povodňové aktivity se vyhláší na základě dosažení směrodatných limitů, vyjádřených vodními stavy nebo průtoky v hlásných profilech na vodních tocích. Směrodatné limity pro vyhlášení stupňů povodňové aktivity jsou obsaženy v povodňových plánech a schvalovány povodňovými orgány.¹³

¹³ Stupně povodňové aktivity. Dostupné z: <hydro.chmi.cz/hpps/htm/hpps_text_b.pdf>

1.3.7 Předpovědní povodňová služba

Tato služba informuje povodňové orgány, popřípadě další účastníky ochrany před povodněmi o možnosti vzniku přirozené povodně a o dalším nebezpečném vývoji. Dále poskytuje informace o hydrometeorologických prvcích, charakterizujících vznik a průběh povodně, zejména pak o srážkách, vodních stavech a průtocích ve vybraných profilech. Službu zabezpečuje plošně Český hydrometeorologický ústav, vždy ve spolupráci s příslušným správcem povodí. Schéma přenosů informací mezi jednotlivými účastníky povodňové služby znázorňují obrázek č. 4.



Obrázek 4 – Přenos informací předpovědní a hlásné povodňové služby

Zdroj: Povodňová služba. Dostupná z: <http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_document.php>

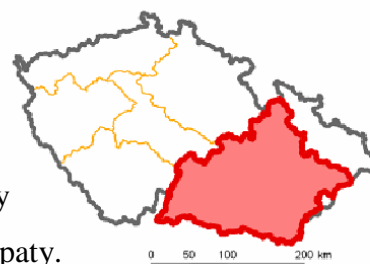
2 Povodí řeky Moravy

Abych mohl teoretické poznatky z první kapitoly aplikovat do praktické části mé diplomové práce, je nutné nejdříve určit charakter zkoumané oblasti. V mém případě tedy povodí Moravy a území statutárního města Olomouce.

2.1 Základní údaje o povodí

Povodí řeky Moravy leží v jihovýchodní části České republiky mezi $48^{\circ} 10'$ a $50^{\circ} 15'$ severní šířky a $15^{\circ} 05'$ a $18^{\circ} 26'$ východní délky. Ze severozápadu je povodí ohraničeno Českomoravskou vrchovinou, na severu Jeseníky. Severovýchodní hranici povodí tvoří Moravskoslezské Beskydy a Javorníky a na jihovýchodě povodí ohraničují Bílé a Malé Karpaty.

Poloha povodí Moravy



Tato oblast je poměrně výškově členitá. Je to dáno situováním horního toku Moravy pod jižními svahy Hrubého Jeseníku a dále pramennou oblastí Bečvy v Beskydech. V oblasti severovýchodní rozvodnice, která je současně hlavním evropským rozvodím Dunaje a Odry, dosahují výšky terénu v oblasti Hrubého Jeseníku cca 1 490 m n. m. (Praděd 1 492 m n. m.) a v oblasti Beskyd cca 1 250 m n. m. (Kněhyně 1 257 m n. m. – vrchol patří do oblasti povodí Odry). Přes 85 % plochy povodí dosahuje nadmořských výšek mezi cca 150 a 600 m n. m. Na méně než 4 % území pak přesahuje výška terénu 800 m n. m. Nejnižším bodem povodí je místo, kde Morava na soutoku s Dyjí opouští české státní území (v nadmořské výšce asi 148 m n. m.).

Celé povodí řeky Moravy lze rozdělit podle dvou hlavních říčních soustav na:

- povodí horní a střední Moravy
- povodí Dyje
- povodí dolní Moravy pod ústím Dyje

Povodí Moravy je přirozený územní celek, který hydrologicky náleží k úmoří Černého moře. Zabírá značnou část Moravy o ploše 21 133 km². Povodí neleží celé na našem území, nýbrž zahrnuje také část území Slovenska, Rakouska a Polska. Základním zdrojem vody pro celé území jsou atmosférické srážky.

Hustota sítě vodních toků je přiměřená. Celková délka vodních toků je 3 989 km, z toho je vodohospodářsky významných 3 824 km. Celková délka hrází je 1 100 km, z čehož 325 km je vedeno jako samostatný dlouhodobý hmotný majetek a 776 km tvoří ochranné hráze v úpravách toků. Na vodních tocích je vybudována řada vodohospodářských objektů. Tato vodohospodářská díla (28 nádrží, 204 jezů, 9 rybníků, 1 100 km ochranných protipovodňových hrází, 14 malých vodních elektráren, 21 plavebních kanálů a 13 plavebních komor, 9 rybníků, 15 čerpacích stanic, 36 km odvodňovacích kanálů a 70 km umělých kanálů a přivaděčů a řada dalších objektů a majetku) spravovaná Povodím Moravy, s. p., slouží k řízení odtoku, ochraně před povodněmi a k zajištění vody pro průmysl, vodárenské systémy, zemědělství, k využití vodní energie a plavbě.

Tabulka 3 - Seznam nádrží významných pro ochranu před povodněmi v povodí Moravy

Název vodního díla	Tok	Ř. km	Ochranný ovl. objem [mil. m3]	Ovlivněný úsek toku [km]
Bystřička	Bystřička	5,5	2,54	5
Plumlov	Hloučela	9,7	1,63	10
Luhačovice	Luhačovický p.	14,4	1,05	14
Vír I	Svratka	114,9	5,3	59
Vranov	Dyje	175,4	11,2	120
Nové Mlýny stř.	Dyje	53,7	10,98	46
Nové Mlýny dol.	Dyje	46	14,5	46

Zdroj: povodňový plán České republiky

2.2 Oblasti povodí

Na území oblasti povodí Moravy lze rozlišit několik hydrogeologicky odlišných oblastí podmíněných geologickou stavbou. Jsou to západní, jesenická a beskydsko-karpatská oblast.

- a) **Západní oblast** tvoří západní část povodí hlavního toku Moravy. Vyplňují ji převážně pahorkatiny a vrchoviny Českomoravské vrchoviny s převládajícím podložím krystalických břidlic nebo křídly, devonu a kulmu. Tyto horniny s relativně nízkým zvětralinovým pláštěm prakticky nemají průlinovou propustnost

a neobsahují významnější akumulace podzemních vod. Výjimku tvoří devonské vápence, v nichž dochází k charakteristickým akumulacím krasových vod - přestože rozšíření na povrchu území je malé (okolí Javoříčka a Ludmírova), často jde o jímatelné akumulace značných vydatností, ojediněle přes 10 l. s⁻¹. Roční úhrny srážek v této západní části oblasti povodí Moravy převážně klesají pod 600 mm. V souladu s tím klesají hodnoty specifického odtoku i pod 3 l. s⁻¹. km⁻².

- b) **Jesenická oblast** vyplňuje pramennou část oblasti povodí Moravy a povodí levostranných přítoků. Horniny vyskytující se v této oblasti nepředstavují vhodné prostředí pro akumulace podzemních vod. V dobře zalesněné oblasti Jeseníků přesahují specifické odtoky i 10 l. s⁻¹. km⁻² a směrem k Hornomoravskému úvalu klesají pod 5 l. s⁻¹. km⁻².
- c) **Beskydsko-karpatská oblast** se rozkládá ve východní části povodí Moravy. Podloží v této oblasti tvoří převážně flyšové horniny. Roční úhrny srážek zde překračují 600 mm a v Beskydách i 1 000 mm. V souladu s rozložením srážek a morfologickými poměry klesá specifický odtok z extrémních hodnot nad 20 l. s⁻¹. km⁻² až pod 3 l. s⁻¹. km⁻² v Dolnomoravském úvalu. Zalesnění nestačí upravovat nepravidelné odtoky, které jsou pro flyš charakteristické, protože jeho horniny mají propustnost omezenou flyšovým charakterem souvrství.¹⁴

2.3 Geologické a Hydrologické poměry

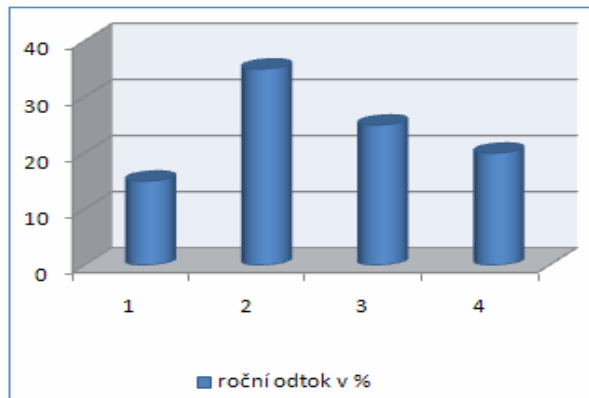
Území oblasti povodí Moravy zasahuje z hlediska regionální geologie do obou základních geologických jednotek České republiky – Českého masivu i Vnějších Západních Karpat. Významným geologickým znakem je značné množství sesuvných oblastí v prostoru flyšových Karpat podmíněné geologickou stavbou a občasnými výskyty minerálních pramenů v této oblasti. Mezi zvláštní geologické znaky z hlediska hydrogeologie lze řadit přítomnost krasových terénů se specifickým vodním režimem (Mladečský kras a menší oblasti v okolí Konic, Teplíc nad Bečvou, Javoříčka, Ludmírova aj.) a také antropogenní vlivy na odnos a sedimentaci v údolních nivách (regulační práce, přehradní a ochranné hráze, poldry, Baťův kanál apod.).¹⁵

¹⁴ Povodí Moravy. Dostupné z: <www.pmo.cz/2009/morava/end/0-uvod/0_pruvodni_zprava.pdf>

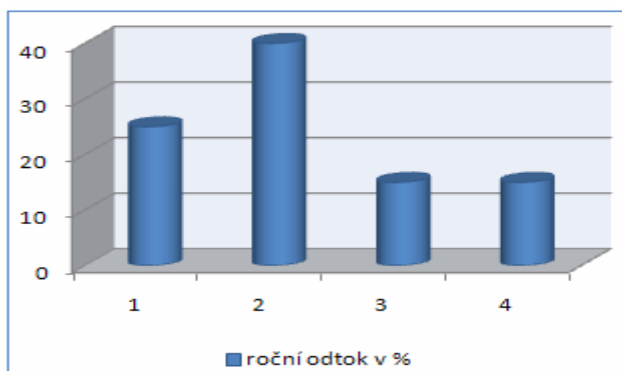
¹⁵ Povodí Moravy. Dostupné z: <www.pmo.cz/2009/morava/end/0-uvod/0_pruvodni_zprava.pdf>

Co se týče hydrologické stránky, patří oblast povodí Moravy k úmoří Černého moře, vodu odvádí prostřednictvím řeky Moravy do Dunaje. Hlavní pramennou oblast představují hory v severovýchodní části povodí – Jeseníky, Beskydy a Bílé Karpaty.

Z hlediska hydrologického režimu patří horská část Bečvy k horské – sněhové oblasti s maximem vodnosti v dubnu, příp. březnu. Nejméně vodné měsíce připadají na konec zimy, výjimečně na podzim. Za období zimních a jarních měsíců odeče 50 až 60 % celoročního množství odtoku. Hlavním zdrojem vodnosti je tající sněh.



Zbývající část toků v povodí patří k vrchovinno-nížinné oblasti. Toky mají zřejmou převahu vodnosti v zimním a jarním období (nad 60 % celoročního odtoku), kdy se na napájení vodních toků podílí voda z dešťových či sněhových srážek.¹⁶



2.4 Srážkové a teplotní poměry

Průměrný dlouhodobý úhrn srážek činí 670 mm. V dlouhodobém průměru je srážkově nejbohatší měsíc červen s úhrnem srážek 89 mm, na druhém místě je potom měsíc červenec s průměrným úhrnem 80 a třetí je květen se 75 mm. Na srážky nejchudší jsou měsíce únor a březen, oba mají dlouhodobý úhrn srážek 37 mm.

Průměrná dlouhodobá roční teplota vzduchu v oblasti povodí Moravy je 8,1 C, nejchladnějším měsícem v roce je leden, s průměrnou dlouhodobou teplotou vzduchu -2,6 °C, naopak nejteplejším měsícem v roce je červenec, s průměrnou dlouhodobou teplotou vzduchu 17,7 °C.

¹⁶ Případová studie – Povodně. Dostupná z: <<http://www.herber.webz.cz>>

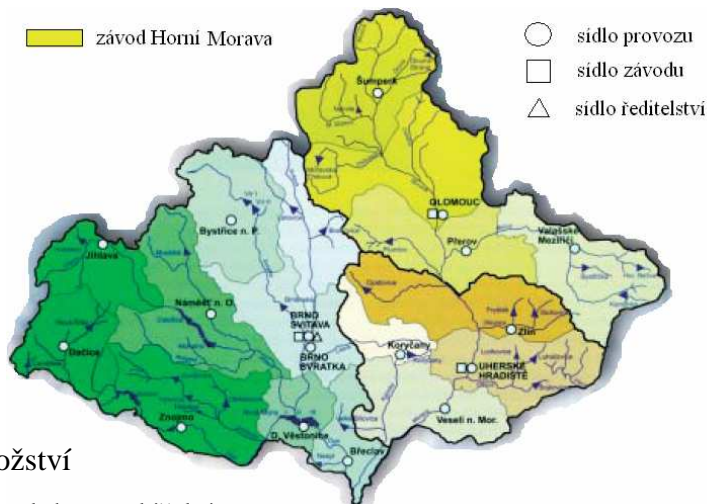
2.5 Správa povodí řeky Moravy

Povodí Moravy je spravováno společností Povodí Moravy, s. p. se sídlem v Brně. Tento státní podnik je rozdělen do 3 závodů. Závod Horní Morava má své sídlo v Olomouci, závod Střední Morava v Uherském Hradišti a závod Dyje v Brně.

Podrobnější členění čítá 17 provozních středisek, které jsou umístěny například v Šumperku, Znojmě, Valašském Meziříčí, atd. viz mapka. Hlavním předmětem podnikání Povodí Moravy, s. p. je

hospodaření s vodami z hlediska množství a jakosti v rámci územně příslušné vodohospodářské

soustavy podle podmínek stanovených vodohospodářskými orgány, pořizování plánů oblastí povodí ve spolupráci s Krajskými a vodoprávními úřady, vytváření předpokladů a podmínek pro racionální, šetrné a ekologicky únosné využívání povrchových vod, vodních toků a hmotného majetku. Vedle tohoto se Povodí Moravy, s. p. věnuje přípravě preventivních protipovodňových opatření, zpracovává mapy záplavových území a studie odtokových poměrů s cílem předcházet a co nejvíce snižovat škody způsobené povodněmi. Také hodnotí jakosti povrchových vod, chrání je před znečištěním, využívá vodní energie, vytváří vhodné podmínky pro rybářství, jakož i sportovní a rekreační využití vod.¹⁷



2.6 Charakteristika toku řeky Moravy

Řeka Morava je hlavním tokem oblasti povodí Moravy. Pramení pod Králickým Sněžníkem ve výšce 1 380 m n. m. a protéká přes Mohelnickou brázdou nejprve Hornomoravským a potom Dolnomoravským úvalem. Na Slovensku se vlévá do Dunaje. Celková délka řeky Moravy na území České republiky je 284 km, je to tedy nejdelší moravská řeka. Tvar povodí této řeky je protáhlý.

Ve svém nejhornějším úseku protéká Morava úzkým údolím až k soutoku s řekou Desnou, kde se otevírá široké údolí s inundacemi. Prvním větším sídlem ležícím přímo na

¹⁷ Povodí Moravy. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/zp/2004/O_povodi.pdf>

řece Moravě je Litovel v centru Litovelského Pomoraví, níže po toku je potom největší město na řece Moravě Olomouc. V územním obvodu města Olomouce je vedle hlavního koryta řeky Moravy lokalizováno rameno Střední Morava (Mlýnský potok), oddělující se z hlavního koryta pravostranně na Vodohospodářském uzlu Hynkov. Toto rameno na území města do hlavního koryta zpětně zaústí. Pod Olomoucí se do řeky Moravy zleva vlévá její největší přítok Bečva. Pod soutokem s Bečvou je řeka Morava z větší části upravená a protéká řadou dalších větších měst, jako jsou Kroměříž, Otrokovice, Uherské Hradiště, Veselí nad Moravou nebo Hodonín. V místě, kde řeka opouští území naší republiky, je současně soutok s druhou nejvýznamnější řekou v celém povodí, s řekou Dyjí. Soutok obou řek je v nadmořské výšce 148 m. Morava v profilu nad Dyjí odvádí vody z celkové plochy povodí 10 691 km², z níž však malá část leží na území Slovenska.

Nejvýznamnější jezy na toku jsou Řimice, Litovel, Olomouc, Kroměříž, Bělov, Kunovský les, Spytihněv, Nedakonice, Veselí nad Moravou a Hodonín. Přestože je řeka Morava nejvýznamnějším tokem, není na ní vybudována žádná významná nádrž.

Pravostranné přítoky řeky Moravy

- Častava
- Střední Morava (Mlýnský potok)
- Nemilanka

Levostranné přítoky řeky Moravy

- Oskava
- Trusovický potok
- Adamůvka
- Bystřice
- Hamerský náhon
- Přáslavická svodnice

Ostatní toky

- Lošovský potok
- Grygava
- Romza
- Křelovský potok
- Stouska

3 Povodí Moravy na území města Olomouc

3.1 Geografie Olomouce

Rozloha: 10 337ha

Počet obyvatel: 101 624

Zeměpisné souřadnice města: 49°45' severní zeměpisné šířky

17°15' východní zeměpisné délky

Město Olomouc leží v nivě řeky Moravy. Rovinatý charakter města je na západě ale hlavně na východě výrazně ohraničen vyšším georeliéfem, takže město je uzavřeno do protáhlé sníženiny otevřené ve směru SZ - JV.

Hydrologickou osu města představuje část středního toku řeky Moravy, která je přítokem Dunaje. Levým přítokem Moravy je řeka Bystřice, nazývaná také Bystřička, ve východní části města. V jižní části města tvoří pravý přítok Moravy Mlýnský potok.¹⁸



Nadmořská výška: 208 m.n.m. v jižní části města

219 m.n.m. ve středu města

420 m.n.m. v severovýchodní části města

¹⁸ Geografie Olomouce. Dostupné z: <<http://www.olomouc.eu/phprs/>>

3.2 Povodňový plán města Olomouce

Toto je základní dokument pro povodňovou problematiku na území města Olomouce. Skládá se ze čtyř částí (úvodní, věcná, organizační, grafická). Současný plán projednala Povodňová komise města Olomouce na svém jednání dne 12. 5. 2004 a schválila Rada města Olomouce (RMO) dne 18.5.2004. Tajemník Povodňové komise města Olomouce může provádět aktualizaci příloh organizační části Povodňového plánu města Olomouce a předkládat RMO návrhy na změny ve složení Povodňové komise města Olomouce.

Povodňový plán nabývá platnosti dnem schválení RMO a zároveň se tímto dnem ruší platnost předchozího Povodňového plánu města Olomouce. Plán je volně dostupný na internetových stránkách města.

3.2.1 Předpovědní a hlásná povodňová služba v Olomouci

Předpovědní povodňovou službu vykonává pro statutární město Olomouc Povodí Moravy s.p. Hlásnou povodňovou službu organizuje mimo povodeň odbor ochrany Magistrátu města Olomouce. Za povodně tuto činnost přebírá PKM a podílejí se na ní i ostatní účastníci ochrany před povodněmi.

3.2.2 Povodňové prohlídky

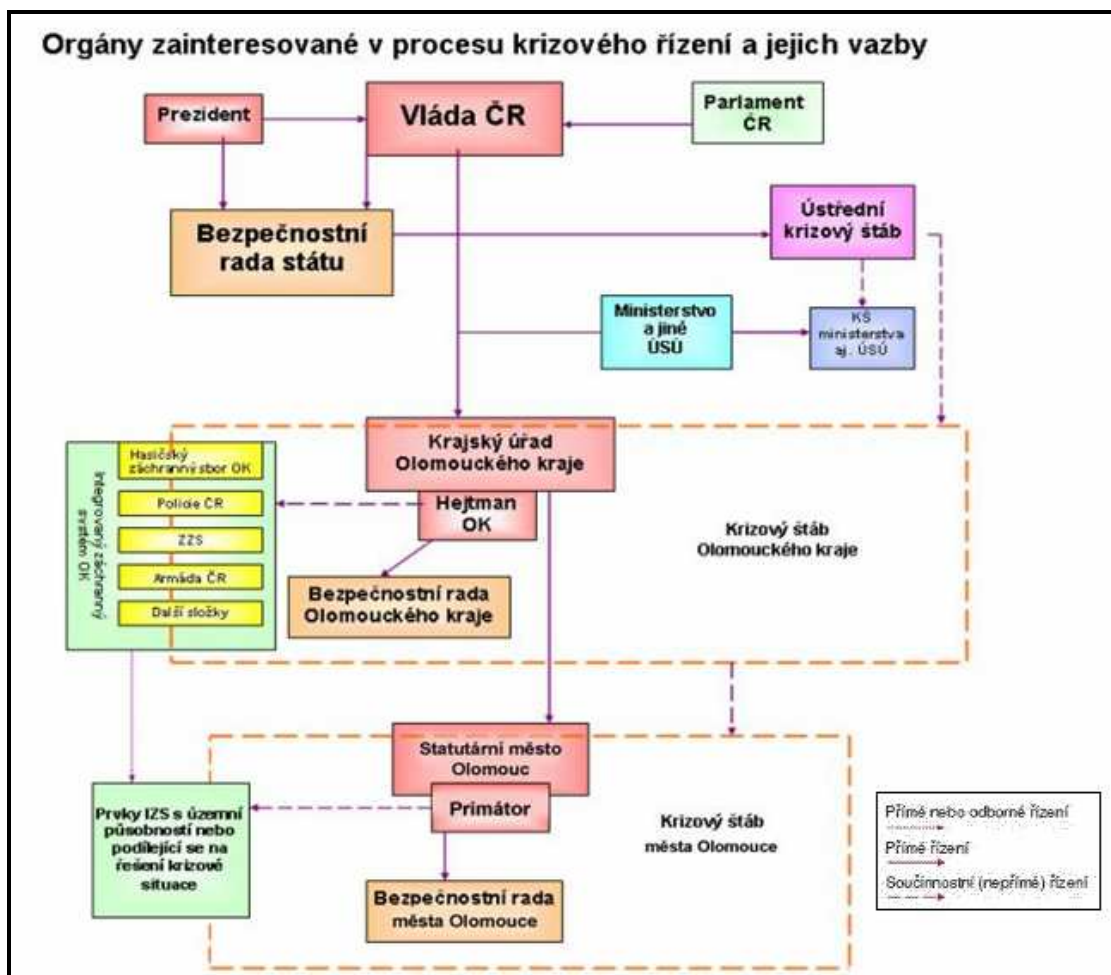
Povodňové prohlídky organizuje odbor ochrany Magistrátu města Olomouce dle zpracovaného plánu nejméně jednou ročně, zpravidla před obdobím jarního tání nebo letních přívalových dešťů. Hlavním úkolem je prověřit zda na vodních tocích, vodních dílech a v záplavových územích, případně na objektech nebo zařízeních ležících v těchto územích nejsou závady, které by mohly zvýšit nebezpečí povodně nebo její následné škody.

Zjistí-li Magistrát města Olomouce při povodňové prohlídce předměty nebo zařízení, které mohou způsobit zhoršení odtokových poměrů nebo ucpání koryta vodního toku, může vyzvat vlastníky pozemků, staveb a zařízení v záplavovém území k jejich odstranění. Plán povodňových prohlídek stanoví odbor ochrany Magistrátu města Olomouce. Pověřený pracovník vyhotoví po provedení prohlídky protokol dle pokynů odboru ochrany. Protokoly a plán povodňových prohlídek musí být následně archivovány na odboru ochrany Magistrátu města Olomouce.

3.2.3 Orgány krizového řízení statutárního města Olomouc

Statutární město Olomouc má v souladu se zákonem k plnění úkolů krizového řízení v působnosti obce s rozšířenou působností zřízeno:

- bezpečnostní radu, která slouží jako koordinační orgán pro přípravu na krizové situace (zasedá v období, kdy nedochází k řešení krizových situací)
- krizový štáb, sloužící jako poradní pracovní orgán řešení krizových situací (zasedá v období řešení mimořádných nebo krizových situací), v jeho čele je primátor města Olomouce
- havarijní službu k řešení mimořádných událostí
- povodňovou komisi, která provádí všechny činnosti důležité pro ochranu města před povodněmi



Obrázek 5 – Schéma organizace krizového řízení

Zdroj: Krizový management Olomouce. Dostupné z:

<http://www.olomouc.eu/kmmo/data/kmmo/kmmo_index.htm>

3.2.4 Hlásný profil Olomouc - Nové Sady

Nyní bych v krátkosti zmínil základní přehled o vodoměrné stanici, která leží v Olomouci, přesněji v její městské části Nové Sady, na levém břehu řeky Moravy. Má jedno specifikum, protože na rozdíl od jiných vodoměrných stanic v povodí Moravy udává tato převahu povodní v zimním období. Podle odborníků je tento jev způsoben jarním táním, v největším pohoří na Moravě, v Jeseníku.

Tabulka 4 – Základní údaje hlásného profilu Olomouc – Nové Sady

Staničení	232.30 [km]
Plocha povodí	3323,94 [km ²]
Nula vodočtu	204,63 [m.n.m.] B
Číslo hydrologického pořadí	4-10-03-115
Zeměpisné souřadnice	17°15'46 v.d. a 49°34'39 s.š.
Plocha povodí toku	64 [%]
Průměrný roční stav	155 [cm]
Průměrný roční průtok	27,1 [m ³ s ⁻¹]

Zdroj: Český hydrometeorologický ústav, evidenční list hlásného profilu Olomouc – Nové Sady

Stupně povodňové aktivity jsou na této stanici určeny takto: **stupeň bdělosti** při průtoku 146 [m³.s⁻¹] a výšce hladiny 360 cm, **stupeň pohotovosti** při průtoku 167 [m³.s⁻¹] a výšce hladiny 390 cm a **stupeň ohrožení** při průtoku 197 [m³.s⁻¹] a výšce hladiny 430 cm. Podle nové terminologie se udává ještě 4. stupeň - **stupeň extrémního ohrožení**. Ten v této stanici nastane při výšce hladiny 550 cm. Mimo stupně povodňové aktivity se eviduje i stav, za kterého nastává **sucho**. O suchu mluvíme, pokud hladina řeky dosáhne 85 cm a samozřejmě níže.

N-leté průtoky v hlásné profilu jsou následující: průtok s označením Q1 se dosáhne při výšce průtoku 135 m³s⁻¹, Q5 při 258 m³s⁻¹, Q10 při 319 m³s⁻¹, Q50 při 476 m³s⁻¹ a konečně Q100, tedy tzv. stoletá voda, při 551 m³s⁻¹.

Vodoměrná stanice rovněž eviduje statistiku historicky nejvyšších zaznamenaných vodních stavů. Znárodnuje je následující tabulka, kde jsou rozděleny pololetně a pro přehlednost sestupně seřazeny.

Tabulka 5 - Nejvyšší zaznamenané vodní stavy, údaje jsou v [cm]

V. - XI.		XII. - IV.	
647	09.07.1997	533	02.04.2006
420	06.07.1958	485	10.02.1946
420	26.07.1966	471	14.03.1981
406	07.06.1986	457	06.03.1999
404	16.05.1962	457	20.03.2005
400	03.09.1938	444	22.03.1947
400	15.05.1996	433	11.03.2000
369	29.10.1930	428	02.01.1987

Zdroj: Český hydrometeorologický ústav, evidenční list hlásného profilu Olomouc – Nové Sady

3.2.5 Manipulační objekty

Hlavními manipulačními objekty na řece Moravě nad Olomoucí jsou Vodohospodářský uzel Hynkov, Manipulační dělicí objekt Tři mosty, Manipulační dělicí objekt Chomoutov, Obtokový kanál Olomouc.



Obrázek 6 – Manipulační objekty na řece Moravě

Zdroj: Informační server statutárního města Olomouc. Dostupný z: <<http://www.olomouc.eu/phprs/>>

3.3 Protipovodňová opatření na území města Olomouc

Důsledky povodňové aktivity se přirozeně promítají i do ekonomiky. Jednak ve formě škod na majetku, pak ve formě nákladů, které je třeba vynaložit na následnou sanaci území a nakonec ve formě protipovodňových opatření, které je třeba provést, aby se pro další léta předešlo možnému návratu této přírodní katastrofy. V této kapitole se zaměřuji na protipovodňová opatření, uvádím souhrn již uskutečněných a plánovaných protipovodňových opatření. Rovněž vyčísluji finanční prostředky, které na tuto činnost byly zapotřebí.

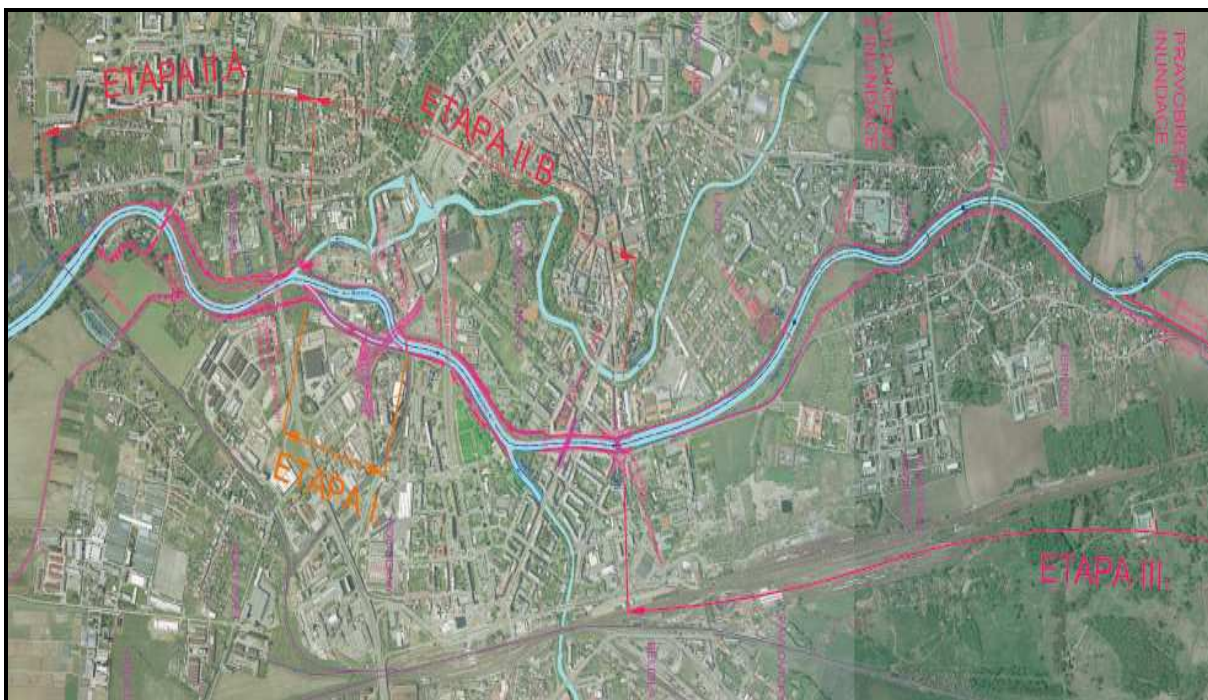
V průběhu 20. století byla Olomouc několikrát zasažena záplavami. Vždy po povodních se řeka upravovala na vyšší kapacitu, ovšem většinou následující povodeň toto opatření svou silou překonala. Proto po extrémní červencové povodni v roce 1997 bylo nutno přehodnotit úroveň ochrany Olomouce, před škodlivými účinky velkých vod. Vznikly 2 varianty protipovodňové koncepce. Město zadalo vypracovat studii protipovodňových opatření firmě Aquatis a.s. Jako ekonomicky výhodnější se ukázala varianta zvýšení kapacity koryta Moravy na $Q = 650 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (celkové odhadované náklady ve výši 1,3 mld. Kč), protože při variantě $Q = 500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ nebyly zásadní rozdíly v nákladech na opatření (celkové odhadované náklady 1,14 mld. Kč). Rozdíl v nákladech byl tedy pouze 0,16 mld. Kč. Studie prokázala technickou i ekonomickou reálnost navýšení kapacity koryta v celém úseku na $Q = 650 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Město Olomouc ve spolupráci s Povodím Moravy, s.p. následnou realizaci rozdělilo do několika etap. Ty lze vidět na obrázku č.7.

Výchozí podmínky pro navržení protipovodňových opatření byly následující:

- nezhoršit odtokové poměry pod Olomoucí, to znamená zachovat inundační území ve volné krajině
- minimalizovat zásahy do stávající zástavby, komunikací a inženýrských sítí
- nezvyšovat hladinu u povodňových vod, dosáhnout co nejnižší hladiny v zastavěných částech sídla
- v maximálně možné míře respektovat stávající územní plán v koncepci územního rozvoje města.¹⁹

¹⁹ Změna č. IX Územního plánu sídelního útvaru Olomouc. Dostupné z:

<<http://www.olomouc.eu/urednideska/rservice.php?akce=tisk&cislocianku=2002072401>>



Obrázek 7 - Etapy PPO v Olomouci

Zdroj: Pöyry Environment a.s.

Protipovodňová opatření na Olomoucku nejsou řešena izolovaně, ale vychází z projektu „Flood Management in the Czech Republic“. Tento projekt je mezinárodní (česko – dánský) a zabývá se protipovodňovou tematikou celého povodí řeky Moravy. Ochrana je uplatňována pouze v nejnútnejší míře, tedy v obytné zástavbě města. Naopak v horní a dolní části území Olomouce jsou ponechány inundační území pro rozliv. V dolní části je inundační území vymezeno železniční tratí směrem na Přerov a navrženou hrází podél silniční komunikace do Tážal. V horní části je záplavové území vymezeno koncentrační hrází a hrází podél Trusovky. Všechna tyto opatření zapříčinila samozřejmě i změnu v územním plánu sídelního útvaru Olomouc (ÚPnSÚ č. IX - Protipovodňová opatření). Změny se týkaly katastrálních území Černovíra, Hejčína, Hodolan, Holice, Chomoutova, Klášterního Hradiska, Lazců, Nemilan, Nových Sadů, Olomouce - města a Řepčína.

3.3.1 Realizované projekty

I. etapa - obtokový kanál s jezem u plynárny

Realizace stavby: 22. 2. 2006 - 15. 10. 2007

Celkové náklady stavby: 278 mil. Kč

Parametry: délka 533 m, šířka 12 m, hloubka 7 m, kapacita 180 m³/s⁻¹

Hlavními stavebními objekty, díky nimž se zlepší odtokové poměry na řece Moravě v tomto úseku a rovněž výše proti toku, jsou koryto obtoku, jez na obtoku a silniční most přes řeku Moravu. Kromě toho bude realizováno asi 30 dalších stavebních projektů, které představují demolice stávajících mostů a budov. Tyto změny si vynutí rovněž úpravy řady inženýrských sítí, podzemních a nadzemních zařízení uvnitř i v okolí staveniště.

S touto etapou souvisejí i navazující investice společně financované Olomouckým krajem a Statutárním městem Olomouc. Konkrétně se jednalo o výsadbu zeleně, vybudování chodníků a veřejného osvětlení. Celkem bylo v tomto území prostavěno skoro 0,5 mld. Kč díky čemuž se tato investice stala jednou z největších v Olomouci. Celková kapacita obtoku společně s korytem Moravy je 650 m³/s-1. Na průtok této velikosti je navrhována ochrana na celém území města. To ale předpokládá realizaci dalších tří navazujících etap, které PM připravuje v následujících letech.

Další dokončenou realizací protipovodňové ochrany (termín dokončení: 30. 10. 2007) je zvýšení levobřežní hráze v Černovíře. Tato městská čtvrť je totiž pravidelně sužována rozlítím vod do obytné zástavby i při povodni dosahující úroveň menší než Q₂₀. Toto opatření mělo být součástí poslední etapy, ale po jarní povodni v roce 2006 a petici občanů této lokality se představitelé města dohodli s Povodím Moravy, s.p. na dřívější realizaci alespoň částečné ochrany. Hráz se vybuďovala v plánované poloze, ale se sníženou niveletou, která chrání území před zhruba třicetiletou vodou o průtoku 420 m³s-1. Tato hráz bude zvýšena na plánovanou niveletu, která ochrání Černovír před průtokem Q=650 m³s-1 až ve III. etapě. Celková délka hráze je 1 162 metrů. Hráz je navrhnutá jako homogenní se sklonem návodního svahu 1 : 2,5 a vzdušného svahu 1 : 2. V místech, kde nově navržená hráz kříží někdejší meandry Moravy a Trusovky, se utěsní podloží pomocí tenkostěnné jílocementové stěny o tloušťce 80 až 120 mm. Náklady na stavbu byly 26 mil. Kč.

Varovný a informační systém města Olomouce

Do protipovodňových opatření, která byla provedena jako reakce na povodeň v roce 1997 můžeme zahrnout i výstavbu nového varovného a informačního systému, která byla realizována v roce 1998. Cílem tohoto projektu bylo vybudovat systém, který dokáže účinně varovat olomoucké obyvatele a obyvatele některých okolních obcí. Investiční akce, která spolkla finance ve výši 12,1 mil Kč, spočívá v náhradě zastaralých rotačních sirén sirénami elektronickými, které umožňují jak vysílání varovných signálů, tak mluveného slova. Projekt

připravilo a financovalo město Olomouc ve spolupráci s tehdejším Okresním úřadem Olomouc.

Mobilní protipovodňové hrazení

V rámci preventivních protipovodňových opatření nakoupilo město Olomouc, konkrétně odbor ochrany, mobilní protipovodňové hrazení Aqua Barrier s pevnou konstrukcí. Toto hrazení je vyzkoušené v řadě zemí EU a bude sloužit v případě povodňových stavů. Hlavní výhodou hrazení, oproti pytlům s pískem, jsou menší nároky na lidské zdroje a logistické zázemí. Stavba hráze je daleko rychlejší než srovnatelná výstavba hráze z pytlů a má vyšší účinnost ochrany. Zařízení bylo pořízeno z městského rozpočtu díky příspěví Lesů ČR, s.p., které darovaly statutárnímu městu 500 000,- Kč na protipovodňové pytle a tím umožnily částku, původně vyčleněnou na tento účel, použít právě pro tento nákup. Dále bylo financováno z úroků z Fondu rozvoje bydlení, které se musí odvádět do státního rozpočtu. Město je totiž může použít na protipovodňovou ochranu. Olomouc tedy nyní disponuje hrazením o celkové délce 140m (65m bylo zakoupeno v roce 2006, 75m v roce 2008), které má sloužit pro ochranu kritických míst na toku řeky Moravy ve městě i celém správním obvodu, nebo na ostrovní ochranu objektů. Celkem si tato investice vyžádala zhruba 1,2. mil Kč. V roce 2007 byly bariéry úspěšně prověřeny při dvou cvičeních dobrovolných hasičů města na řece Bystřici a v Chomoutově. Tento poměrně nový prvek protipovodňové ochrany neztratí svůj význam ani po dobudování kompletní protipovodňové ochrany města Olomouce, nalezne využití při lokálních povodních.

3.3.2 Prozatím nerealizované projekty

II. Etapa - úpravy nábřeží v Olomouci

Součástí této etapy jsou úpravy v jižní a střední části Olomouce. Celková délka upraveného území se bude pohybovat okolo 4 km. Vzhledem k velké délce a rozdílnému charakteru území byla II. Etapa rozdělena do dvou částí (A, B). Vizualizaci II. Etapy jsem pro lepší představu umístil do příloh mé práce.

Etapa II.A je dlouhá zhruba 1,5 km a zahrnuje úpravy v jižní části města od konce I. etapy po železniční most na Nových Sadech. Jedná se o zvýšení kapacity koryta z původního průtoku 384 m³s⁻¹ (Q20) na plánovaný 650 m³s⁻¹ (Q380). Tato etapa je již projekčně dokončena a nyní probíhá územní řízení. Investorem této etapy je Povodí Moravy, s.p.

Dokončení této části je naplánováno na rok 2010, tedy na letošní rok. Původní řešení počítalo se sypanou hrází s pěší trasou a rozšířením bermy řeky. Problém tohoto řešení byl ovšem v tom, že hráz zasahovala místy až 15 metrů do soukromých pozemků a její niveleta byla nad úrovní stávajících zahrad. Většina vlastníků se proti omezení svých pozemků a částečně i soukromí výrazně ohradila, a tak se muselo od tohoto záměru odstoupit. Následně vypracované řešení se zdí je výrazně dražší a znevýhodňuje prostor u řeky ve prospěch soukromých zahrad.



Obrázek 8 - Nábřežní zeď, levý břeh

Zdroj: Protipovodňová ochrana Olomouce, Morava, Olomouc – II.B etapa. pracovní verze. Pöyry Environment a.s., 2007

Etapa II.B zahrnuje úpravy v centrální části Olomouc od nově postaveného mostu u Salzerovy reduty přes soutok s řekou Bystřicí, včetně kamenného nábřeží se zbytky barokního opevnění až k mostu na Komenského ulici. Tato etapa je náročná hned ze dvou hledisek. Zaprvé investičně, jelikož obsahuje výstavbu dvou nových mostů, z toho je jeden tramvajový a rozšíření koryta sevřeného kamennými zdmi říčního nábřeží. Zadruhé projekčně, neboť se jedná o přestavbu historického území města, které po dlouhou dobu ovlivní jeho podobu.

Investorem této etapy se stane opět povodí Moravy, s.p. ve spolupráci s Olomouckým krajem a statutárním městem Olomouc (stejně jako I. Etapa). V této etapě je ale toto dělené investování problematické. Je totiž sporné která část stavby je nezbytná z hlediska protipovodňové ochrany a může ji financovat správce toku, a která je již nadstavbová. Jde tedy o to která investice je podmiňující a která navazující. Ukázkou, jak by tato etapa měla vypadat, je obrázek č. 8.

III.etapa - dokončení hrázového systému

Poslední etapa obsahuje dokončení hrázového systému v severní části města. Rozsah etapy je od mostu na ulici Komenského až po hranici inundace na severu Olomouce. Současně dojde k vybudování koncentrační hráze a přečerpávací stanice při uzávěru Střední Moravy. Dále bude v tomto úseku vyústěno 7 odlehčení z kanalizace.

3.3.3 Shrnutí

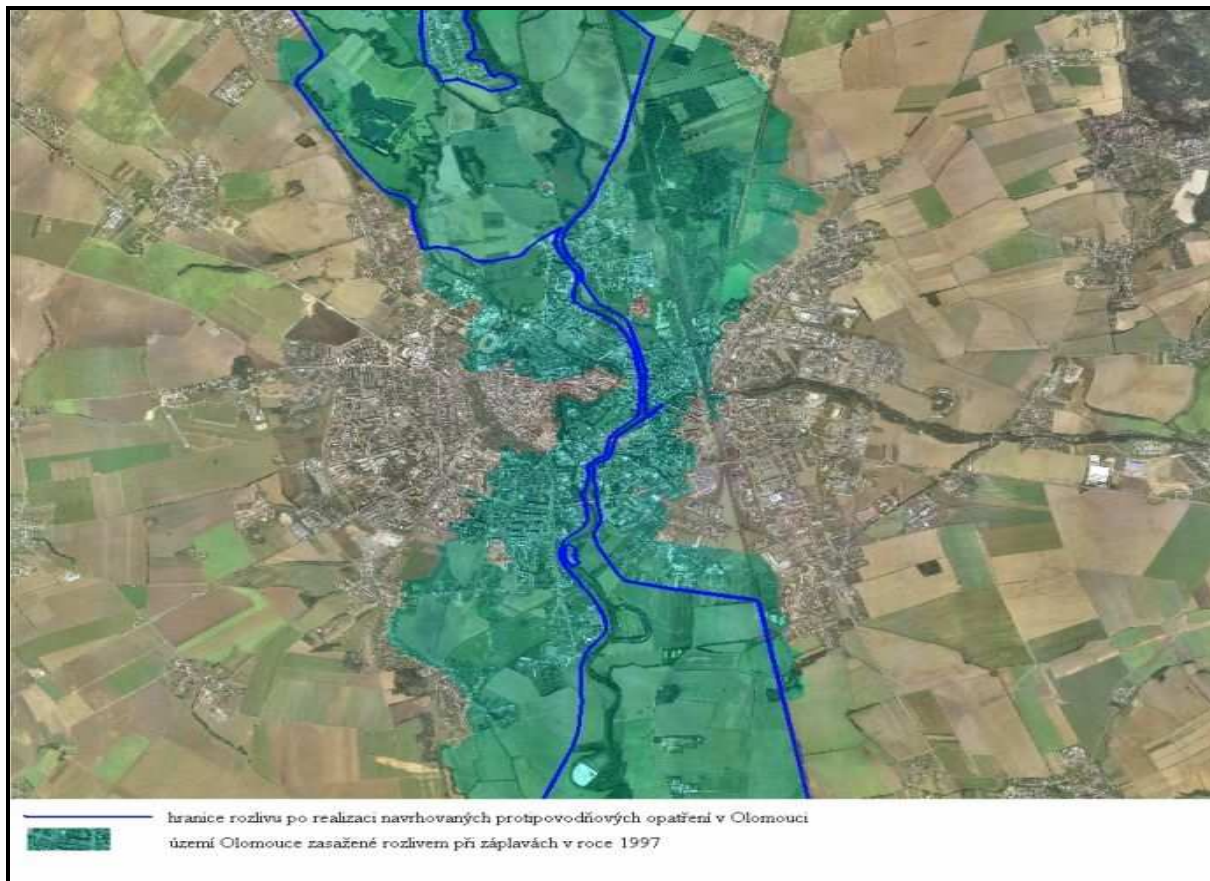
Dokončení kompletní protipovodňové ochrany je plánováno na rok 2015, kdy by tedy měla být ochrana Olomouce na úrovni $Q = 650 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$. Celkové náklady by se měli pohybovat v intervalu 1,2 – 1,5 mld. Kč (ve vypracované studii jsou vyčísleny na 1,45 mld. Kč). Jak se zmenší hranice možného rozlivu po realizování všech etap protipovodňové ochrany je znázorněno na obrázku č. 9.

Město se samozřejmě věnovalo i urbanistickému a ekologickému začlenění PPO do organismu města. Cílem radních bylo, aby stavby PPO byly ekologické a jejich ztvárnění bylo estetické. Zpracovatelem byl ateliér LÖW a spol., který dále spolupracoval s Univerzitou Palackého Olomouc a s architekty z firmy DRNH Ateliér Brno. Důraz byl kladen na úpravu nábřeží ve městě a rekonstrukce mostů v ulicích Masarykova a Komenského. Požadavkem na zpracování bylo zachování dominanty této části Olomouce, kterou je Klášterní Hradisko. Mosty tedy nemohou mít horní nosnou konstrukci (například oblouky, pilony...atd.), která by mohla clonit tuto dominantu.

Ekologickou studii vypracovala nadace Unie pro řeku Moravu v roce 2001. Prioritně v ní bylo řešeno biotechnické a urbanistické začlenění navrhovaných protipovodňových opatření. Následně byly některé prvky této studie ve výsledném PPO uplatněny.

Celkově se tedy dá říci, že protipovodňové ochraně Olomouce bylo věnováno značné úsilí a čas. Provedení opatření bylo zhodnoceno z hlediska vnějších vztahů, komplexního pohledu celého povodí řeky Moravy. Zjištěny byly vazby ochrany na stokové sítě, zdroje

podzemní vody, ekologické řešení a urbanistické začlenění do struktury města. Řešení PPO Olomouce je také zpracováno v územních plánech statutárního města Olomouce.



Obrázek 9 – Hranice rozlivu řeky Moravy v Olomouci

Zdroj: Informační server statutárního města Olomouc. Dostupné z: <<http://www.olomouc.eu/phprs/>>

4 Analýza povodně z roku 1997

Zřejmě by ani nebylo možné psát o povodních na území Olomoucka a nezmínit se o povodni v roce 1997. Červenec roku 1997 je totiž v historii České republiky zapsán jako období jedné z největších přírodních katastrof 20. století na našem území. Rozsáhlé a dlouhotrvající dešťové srážky zasáhly povodí většiny řek Moravy, Slezska a také severovýchodních Čech. V důsledku následných povodní zahynulo 50 lidí, bylo zničeno nebo poškozeno téměř 29 000 obydlí a stovky dalších hospodářských zařízení a objektů. Statisícům našich spoluobčanů tato pohroma zasáhla významně do způsobu jejich života. Stát přišel během několika dní o hodnoty v celkové výši 62,6 miliard Kč, což je cca 80krát více než činí roční průměr povodňových škod z předcházejících let. Viz dále v kapitole 5.5 Povodňové škody v číslech.

4.1 Atmosférické podmínky

Pojďme si nejdříve shrnout atmosférické podmínky, které tuto povodeň způsobily. Povodňová situace v červenci 1997 byla způsobena dvěma vlnami vydatných dlouhotrvajících srážek. Obecně se vznik srážek v atmosféře váže na existenci výstupných pohybů vzduchu. Dochází k nim v zásadě ze čtyř základních příčin:

- 1) termickou konvekcí (se vznikem bouřkových oblaků),
- 2) při orografických návětrných efektech,
- 3) v oblastech cyklón a brázd nízkého tlaku následkem dynamicky podmíněných výstupných pohybů vzduchu v nižších hladinách atmosféry
- 4) výkluznými pohyby vzduchu v oblasti atmosférických front.

Všechny tyto příčiny se vyskytovaly v obou srážkových obdobích v červenci 1997 současně. V první srážkové epizodě dokonce s extrémně dlouhým trváním až 5 dnů, přičemž se zřejmě navíc synergicky zesilovaly.

4.1.1 První vlna srážek

Srážková činnost na území ČR započala již 4. 7. 1997, kdy střední Evropa byla pod vlivem zvlněné studené fronty, která postupovala pozvolna od jihozápadu k severovýchodu. Její přechod byl provázen četnými bouřkami, místy i lijáky (srážkové úhrny okolo 30 mm). Nad Alpami se její postup začal zpomalovat a studený vzduch se dostal do severozápadního Středomoří. Vytvořila se prohlubující se tlaková níže, která postupovala 5. až 6. července. Tím se spustil mechanismus, který přinesl mimořádné množství srážek. Dne 6. 7. spadlo vůbec největší množství srážek v průběhu celé povodňové situace. Tento den je rovněž zachycen na přiloženém obrázku z družice meteosat. Až konečně 9. 7. ustaly srážky na celém území ČR. Ze statistik víme, že průměrné srážky na povodích toků třetího řádu, při první povodňové epizodě, byly největší v západní a severní oblasti Jeseníků a v severní části Beskyd v povodí Ostravice (306 mm, plocha 840 km²). Mimořádným jevem byl velký plošný rozsah extrémních srážek na severu Moravy, kde od 3. 7. do 8. 7. 1997 spadlo 2,3 km³ vody na plochu zhruba 10 000 km².



Obrázek 10 - Infračervený snímek z družice Meteosat z 6. 7. 1997

Zdroj: <http://www.chmi.cz/meteo/archiv/povodne_07-97/meteosat/met_anim.gif>

4.1.2 Druhá vlna srážek

Druhé srážkové období započalo 17. července, kdy došlo k přibližování a nakonec ke splnutí dvou frontálních systémů. První z nich postupoval přes střední Evropu k východu v severněji položené frontální zóně, druhý pak v jižněji položené frontální zóně přes západní Středomoří k severovýchodu. Ten byl spojen s mělkou tlakovou níží, která se, po splnutí obou systémů, začala prohlubovat a do 19. 7. postoupila přes Čechy a Moravu k severovýchodu nad Slezsko.²⁰

4.2 Aktivita povodňových orgánů při povodni

Mimo poskytování průběžných informací o povodňové situaci a jejím vývoji se působení povodňových orgánů zaměřilo na organizování záchranných a zabezpečovacích prací. Byly nasazeny jednotky armády, v nepřetržité akci byly všechny hasičské sbory, vypomáhali i dobrovolníci. Záchranné akce se zaměřily především na vysvobození lidí uvězněných povodní v nepřístupných místech, na záchranu dobytka a hmotného majetku. V návaznosti na záchranné práce bylo nutné organizovat přesuny obyvatel, kteří přišli kvůli povodni o své domovy, nebo se jejich domovy staly dočasně neobyvatelnými, do míst přechodného ubytování. V místech, ve kterých se povodeň teprve očekávala, byla organizována evakuace obyvatel, firmy přemísťovali své výrobky, materiál a dopravní techniku do bezpečí. Rovněž byly prováděny zabezpečovací práce k minimalizaci povodňových dopadů.

Celkově na záchranných zabezpečovacích pracích bylo:

- nasazeno 16 967 profesionálních dobrovolných hasičů z 1544 jednotek,
- nasazeno v průměru 3500 vojáků denně ze 125 vojenských útvarů a 19 útvarů jednotek civilní ochrany (nejvíce v době kulminace povodně, tedy dne 12. července – 7400 vojáků),
- použito bylo 1793 požárních vozidel, 163 speciálních vozidel, 250 člunů a 1682 přenosných čerpadel,

²⁰ Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997. Dostupné z:

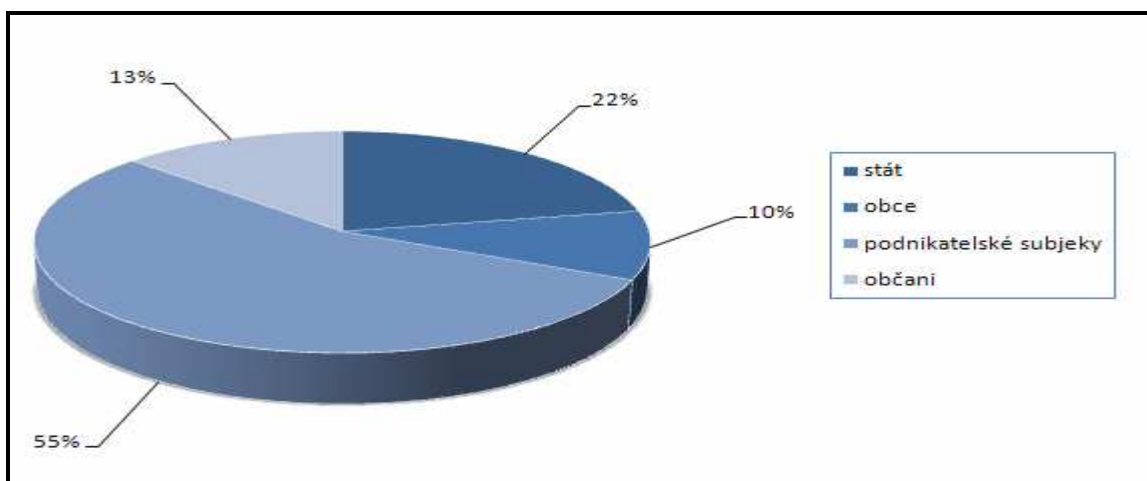
<http://www.chmi.cz/hydro/souhrn/kap1.html#První_povodňová_epizoda>

- poskytnuto 28 vrtulníků 3 letouny, které uskutečnily 2501 letů (nejvíce dne 9. července – 650 letů),
- poskytnuto 819 kusů mobilní techniky, nejvíce dne 22. července,
- zachráněno a evakuováno armádou bylo 3427 osob.

Bezpečnost v postižených oblastech zajišťovaly jednotky policie, které byly posíleny z jednotek z jiných oblastí a 1341 vojáky. Jednotky civilní ochrany přepravily 150 tun materiálu humanitární pomoci, provedly demolice 157 zničených budov.

4.3 Povodňové škody v číslech

V této podkapitole jsem se za pomoci různých zdrojů snažil zachytit co nejkomplexněji škody, které povodeň způsobila. Zápavy v červenci 1997 připravily o život celkem 50 osob. Zasaženo bylo 34 okresů a voda přímo zaplavila zhruba 2,5% území České Republiky. Povodně postihly celkem 536 měst a obcí v 34 okresech. Celkové škody dosáhly 63 mld. Kč, což představovalo 3,8% HDP a 9% výdajů veřejných rozpočtů. Byl poničen majetek státu v hodnotě 13 mld. Kč, na majetku obcí a měst vznikla škoda za 6 mld. Kč. Domácnosti museli nést škody převyšující 8 mld. Kč, firmy a podnikatelé utrpěli ztráty za 32 mld. Kč.



Graf 1 - Škody z hlediska vlastnictví

Zdroj: Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997 dostupné z:

<http://www.chmi.cz/hydro/souhrn/kap1.html#První_povodňová_epizoda>, vlastní úprava

Z hlediska vlastnictví je 22% celkových škod na majetku státu, 10% na majetku obcí, 55 % na majetku podnikatelských subjektů a 13% škod na majetku občanů. Podle věcného členění celkových škod na nemovitém majetku připadalo na obytné domy včetně vybavení 14%, na podnikové budovy včetně jejich zařízení a zásob 42%, na dopravní stavby a inženýrské sítě 18 %, na vodohospodářské objekty a zařízení 11%, na zemědělskou výrobu 3%, na ekologické škody 8% a na ostatní 4%.

Pokud se týká zástavby, povodeň zničila 2979 rodinných domů a bytů, dalších 1429 jich určila k demolici. Na 7094 domů a bytů bylo po povodni neobyvatelných. Evakuováno muselo být přes 80 tisíc obyvatel. Bez dodávky vody zůstalo 52 obcí, záplava znehodnotila vodu ve 3500 studních, zastavit nebo omezit provoz muselo 40 městských čistíren odpadních vod.

Ztráty mohly počítat i České dráhy. Voda jim zničila 15 železničních mostů a poškodila kolem 1217 kilometrů kolejí. Kromě toho bylo zničeno i 51 mostů silničních. Dopad povodní byl i na telefonní komunikace, kde se zcela, nebo dočasně zrušilo 100 000 telefonních stanic.

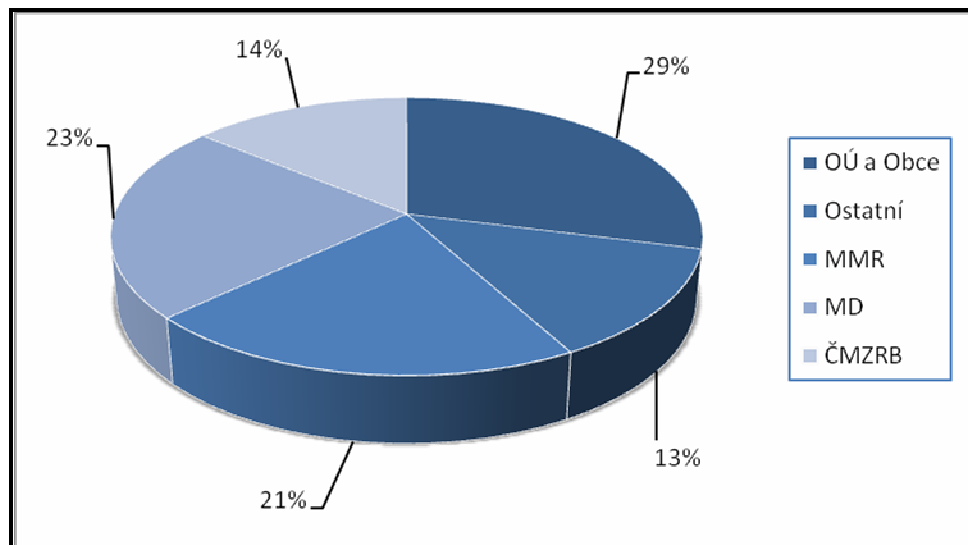


148 mil. Kč si vyžádaly škody na kulturních památkách. Což je pouze 0,2% z celkových škod. Toto číslo dokazuje, že naši předkové chytře a hlavně prozíravě umísťovali kulturně význačné stavby mimo dosah povodní.

Pokud se na problematiku podíváme z pohledu jednotlivých měst, tak absolutně největší škody utrpěla Ostrava. Konkrétně 4,4 mld. Kč, což tvoří 17% celkového objemu škod. Na dalších místech potom byly Bruntál, Olomouc, Jeseník a Vsetín s úhrnem škod nad 1,5 mld. Kč. V dalších 6 okresech, jmenovitě v Zlíně, Novém Jičíně, Opavě, Frýdku-Místku, Uherském Hradišti a Přerově škody překročily 1 mld. Kč.

4.4 Vládní balíčky a jiná finanční pomoc po povodních

Vláda ČR v roce 1997 z rozpočtu uvolnila na obnovu zaplavených území 11,4 mld. Kč, nebyly však zcela využity a zhruba 3,8 mld. Kč bylo převedeno do rozpočtu v roce 1998. Poslanecká sněmovna rovněž schválila vydání tzv. "povodňových dluhopisů" v celkovém objemu 5 mld. Kč. Vláda tak utratila na odstranění povodňových škod více než 16 mld. Kč.



Graf 2 - Výdaje ze státního rozpočtu 1997 dle institucí

Zdroj: Státní závěrečný účet 1997

Využito bylo také prostředků z programu Phare ve výši 1,4 mld. Kč. Na obnovu vodních toků jsme získali úvěry od Evropské investiční banky (EIB) ve výši 1,1 mld. Kč. Pojišťovny postiženým klientům vyplátily 9,7 mld. Kč, přičemž zahraniční zajišťovny musely uhradit 75% z uvedené částky.

Významnou pomoc oblastem postiženým povodněmi představovaly sbírky organizované státní správou a různými charitativními organizacemi. Vláda zřídila u České národní banky zvláštní účet, nazývaný "vládní povodňové konto". Toto konto spravoval Státní fond životního prostředí ČR. Na vládním povodňovém kontě bylo z veřejných sbírek shromážděno celkem 239 mil. Kč. Tyto prostředky byly na základě rozhodnutí vlády použity na podporu bydlení, přímou pomoc postiženým občanům a na pomoc, kterou pro občany zajišťovaly charitativní organizace. Z těchto prostředků byla rovněž zakoupena vysoušecí zařízení, která byla bezplatně poskytována obcím a postupně převedená do majetku hasičských záchranných sborů okresů.

Charitativní veřejnou sbírku uspořádalo i České biskupství, které přijímalo dary zahraničních katolických charitativních organizací. Při této sbírce bylo získáno 239 mil. Kč a tyto peníze byly využity především na výstavbu bytů pro sociálně slabé občany.

Mezinárodní humanitární pomoc ze zahraničí, koordinovaná Ministerstvem zahraničí ČR, představovala ve svém souhrnu 124,8 mil. Kč. Největší část z této sumy přišla ze Spolkové republiky Německo.

4.5 Povodeň na území Olomouce

Související malá kapacita poldrů, nevhodná úprava vodních toků a bystřin, absence zařízení umožňující řízenou inundaci, nepravidelná a nedostatečná údržba a prohlídky říčního koryta, nedostatečná integrita monitorovacích, informačních a varovných systémů a předpovědní služby, to jsou všechno důvody vzniku jedné z nejhorších přírodních katastrof na území města. Do Olomouce se povodňová vlna dostala s mírným zpožděním z oblasti Litovelského Pomoraví. Její šířka dosahovala až 2,5 km. Rychlost povodňové vlny a její výška byla částečně ovlivněna rozsáhlými inundacemi nad městem.

Dne 6. července 1997 se začala hladina řeky Moravy výrazně zvedat. V noci ze 6.7. na 7.7. byl vyhlášen III. Stupeň povodňové aktivity a voda se vybočila ze svého koryta již vysoko nad Olomoucí. Další průběh byl následující:

- během dne stoupla hladina až o 2 m a v Olomouci protékalo přes $100 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$,
- ráno 7.7. stoupla hladina o 2 až 6 m a Olomoucí již teklo okolo $200 \text{ m}^3/\text{s}$,
- den 8.7. se zvýšil průtok na $400 \text{ m}^3/\text{s}$ a přestala fungovat měřicí stanice,
- kulminace první povodňové vlny proběhla 9.7. v 18.00 hod. Výška hladiny byla 647 cm na vodočtu na Nových Sadech, což podle vyhodnocení všech dostupných údajů odpovídalo průtoku cca $676 \text{ m}^3/\text{s}$.

Druhá vlna následovala po dalších poměrně vydatných deštích 17.-21.7.1997. V tomto období však srážkové úhrny nebyly naštěstí tak extrémní. Dne 22.7. v 6.00 hod kulminovala hladina Moravy na vodočtu Nové Sady na výšce 444 cm, poté následoval postupný pokles.

4.5.1 Zatopená území města

Z celkové plochy Olomouce, která je 10 335 ha, zaplavila rozlité řeka Morava 3 340 ha. V procentuálním vyjádření to představuje 32,32 % plochy města. Pro lepší představu příkládám přílohu VII, která znázorňuje rozsah zaplaveného území.

Postižení jednotlivých čtvrtí Olomouce je vidět v tabulce č. 7. Jak je patrné nejhůře na tom byly čtvrti Lazce, Chomoutov, Černovír (z hlediska škod nejvíce postižená čtvrt' Olomouce), Nové Sady a Klášterní Hradisko, kde procento zaplavení přesáhlo 90%.

Tabulka 6 – Zatopené čtvrti Olomouce

čtvrť	% zaplavení
Lazce a Chomoutov	100
Černovír	98,93
Nové Sady	96,36
Klášterní Hradisko	92,63
Pavlovičky	86,96
Hejčín	68,39
Povel	67,94
Olomouc město	52,40
Nemilany	50,70
Holice (největší čtvrť města)	44,21
Hodolany	35,80
Nový Svět	30,00
Týneček	24,60
Slavonín	20,49
Chválkovice	16,88
Řepčín	15,70
Bělidla	15,22
Nová Ulice	6,55

Zdroj: Charita Česká Republika. Dostupné z:

<http://www.charita.cz/article.asp?nArticleID=762&nLanguageID=1>

4.5.2 Škody

Celková škoda v Olomouci dosáhla výše 2 484 mil. Kč, přičemž 1 694 milionů činily škody na nemovitostech. Nejpostiženější lokalitou v Olomouci byl podle počtu demolic Černovír, kde bylo vydáno celkem 83 demoličních výměrů, dále Povel s 32 výměry a třetí nejhorší Chomoutov s 24 výměry. Celkem bylo pro území města vydáno 191 demoličních výměrů. Povodeň si v Olomouci naštěstí nevyžádala lidské životy.

4.5.3 Pomoc Olomouci

V souvislosti s povodněmi prokázalo hned několik měst značnou dávku solidarity s občany Olomouce a poskytlo finanční, nebo materiální pomoc.

České Budějovice

Nad moravskými městy postiženými záplavami převzaly patronát některá česká města. Olomouc si vybraly České Budějovice, které darovaly Olomouci 2 mil. Kč.

Českobudějovický magistrát také vyhlásil ve městě sbírku nábytku, zařízení a domácích spotřebičů pro Olomoučany, kteří přišli o své domy a museli se stěhovat do náhradních bytů. V Olomouci také pomáhalo dvacet jihočeských městských strážníků.

Veenendaal

Z rozhodnutí tehdejšího starosty Fritze Brinka a Rady města Veenendaalu uvolnilo město pro postiženou Olomouc částku 1 mil. Kč. O něco vyšší příspěvek ve výši 1,3 mil. Kč byl na konto pro zaplavenou Olomouc shromážděn přímo od obyvatel Veenendaalu. V průběhu letních měsíců proběhla ve Veenendaalu řada humanitních akcí, jejichž výtěžek připadl rovněž na toto konto. Zaangažovány byly školy, podnikatelé, nejrůznější svazy. Svaz podnikatelů poskytl ÚMO dodávkové vozidlo, radnice vyslala psycholožku specializovanou na traumatické případy a zorganizovala svoz a přepravu několika kamionů s nábytkem.

Luzern

Na kontě založeném speciálně pro zaplavenou Olomouc nashromáždili obyvatelé města, ale i celého kantonu Luzern velkorysou částku vy výši 13 mil. Kč, kterou město mohlo investovat do rekonstrukce bytů pro občany postižené povodní. Po celou kritickou dobu organizoval Sekretariát prezidenta Luzernu ve spolupráci s místními médii i další humanitární akce. Například finanční příspěvek pro Hasičský záchranný sbor okresu Olomouc, nebo poskytnutí dodávkového vozidla FORD pro potřeby Úřadu města.

4.5.4 Plusy povodně

Povodeň dle mého úsudku nepřinesla jen samé negativa. Jednoznačně pozitivní věcí je například to, že ihned po opadnutí vody se začalo pracovat na obnově povodňového plánu města a na zlepšení komunikace mezi složkami integrovaného záchranného systému. Povodí Moravy povodí pod vlivem katastrofální povodně zase vylepšilo hlásný systém.

5 Analýza rizik spojených s povodněmi

Analýza rizika je proces, ve kterém dochází k odhadu rizika a rozhoduje se zda existující riziko je přijatelné a zda opatření, která riziko omezují, jsou dostačující. Pokud opatření nejsou na požadované úrovni musí se ještě zvážit, zda by bylo efektivní a ekonomické investovat do dalších. Dá se také říci, že analýza rizik je kvantitativní ohodnocení pravděpodobnosti nežádoucích událostí a škod s nimi souvisejícími, které zahrnuje identifikaci nebezpečí, odhad pravděpodobnosti výskytu a závažnost následků. V mé práci jsem riziko analyzoval pomocí následujících ukazatelů:

- **odhad výše povodně regresní analýzou podle historických dat**
- **odhad četnosti porušení hrází**
- **výpočet povodňového rizika analytickou metodou**
- **efektivita protipovodňových opatření**

Statické údaje, které byly potřebné pro jednotlivé výpočty, jsem bral z hlásného profilu Olomouc – Nové Sady.

5.1 Odhad výše povodně pro další roky

Pro odhad výše povodně v dalších letech jsem zvolil regresní analýzu, respektive její lineární model. Tento model jsem zvolil záměrně, na základě dat, které jsem měl k výpočtu k dispozici. K proložení dat se totiž nejvíce hodila přímka, což je dobře patrné z grafu č. 3. Rok 2015 jsem vybral pro odhad z důvodu toho, že v tento rok by měla být u konce všechna plánovaná protipovodňová opatření na území Olomouce. Následný výpočet pro rok 2020 jsem provedl kvůli delšímu časovému výhledu a pro určení dlouhodobého trendu vývoje. V této kapitole bych také chtěl ověřit hypotézu 5.1: Je intenzita povodní na Olomoucku závislá na čase?

Tabulka 7 – Povodně s největším průtokem od roku 1920

Stanice	Olomouc – Nové Sady	
Tok	Morava	
Pořadí	$Q_k [m^3/s^{-1}]$	Datum
1	715	9. 7. 1997
2	445	3. 9. 1938
3	410	10. 2. 1946
4	390	29. 10. 1930
5	382	2. 4. 2006
6	372	12. 3. 1941
7	360	14. 3. 1981
8	300	1. 11. 1920
9	298	21. 3. 1965
10	287	17. 3. 1937
Qa	27,1	
Q ₁₀₀	484	

Zdroj: statistická data ČHMU

- Q_k..... kulminační průtok [m^3/s^{-1}]
 Q_a..... dlouhodobý průměrný průtok [m^3/s^{-1}]
 Q₁₀₀..... stoletý průtok [m^3/s^{-1}]

Z dat uvedených v tabulce č. 8, jsem provedl odhad regresní přímky $Y = A + Bx$, která vystihuje závislost povodňových průtoků řeky Moravy v měřící stanici Olomouc – Nové Sady za období 1920 - 2010. Pro odhad parametrů regresní přímky jsem využil metodu nejmenších čtverců. V našem případě zastupuje hodnoty x_i jednotlivé roky výskytu povodně a hodnoty y_i jejich kulminační průtoky.

Odhad parametru B:

$$B = \frac{n \sum_{i=1}^n y_i x_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}$$

$$B = (10 \times 7\,759\,818 - 19\,561 \times 3\,959) / (10 \times 38\,271\,141 - 382\,632\,721) = 1,984$$

Odhad parametru A:

$$A = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n y_i - B \sum_{i=1}^n x_i \right)$$

$$A = 1 / 10 \times (3\,959 - 1,984 \times 19\,561) = - 3\,486,54$$

- n..... počet měření
xi..... rok výskytu povodně
yi..... průtok Q (m³/s)
A, B..... odhady parametrů

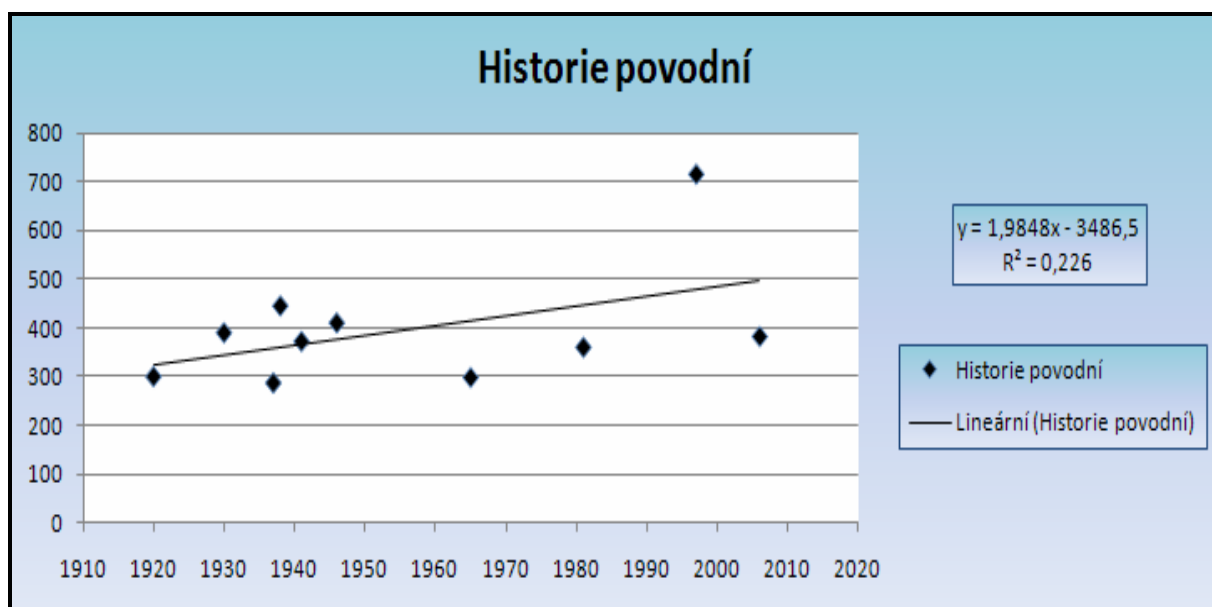
Odhad regresní funkce následně vypočítáme dosazením do rovnice:

$$Y = A + Bx = 1,984x - 3\,486,54$$

Koeficient determinace (R^2) vyšel 0,226. Tento koeficient nám udává, jaký podíl rozptylu v pozorování závislé proměnné se podařilo vysvětlit pomocí regrese a pohybuje se v intervalu (0,1>. V našem příkladě tedy nedosahuje velké hodnoty, což značí malou závislost.

²¹ Statistické metody pro ekonomickou a technickou praxi [3] str. 108

Graf 3 – Historie povodní v Olomouci – Nové Sady



Zdroj: statistická data ČHMU, regresní výpočet v aplikaci Excel

Odhad povodně pro rok 2015:

Jednoduchým dosazením letopočtu, za výraz „x“, do rovnice regresní funkce dostaneme odhad pro daný rok.

$$Y = A + Bx = 1,984 \times 2015 - 3486,54 = 511,22 \text{ (m}^3\text{/s}^{-1}\text{)}$$

Odhad povodně pro rok 2020:

$$Y = A + Bx = 1,984 \times 2020 - 3486,54 = 521,14 \text{ (m}^3\text{/s}^{-1}\text{)}$$

Jak odhad pro rok 2015, tak pro rok 2020 je nad úrovní Q50 pro hlásný profil Olomouc – Nové Sady. Pokud zprůměrnujeme kulminační průtoky z největších zaznamenaných povodní zkoumaného časového rozpětí, dostaneme se na číslo 395,9 m³/s⁻¹. I tento limit odhady přesahují. Z těchto okolností jasně plyne, že hypotetické povodně by v těchto letech byly opět velmi nebezpečné. Z grafu je také jasně patrné jakou extrémní povodní byla ta v roce 1997. Pokud vyjmete z výpočtu údaje z tohoto roku, vyjde nám odhad

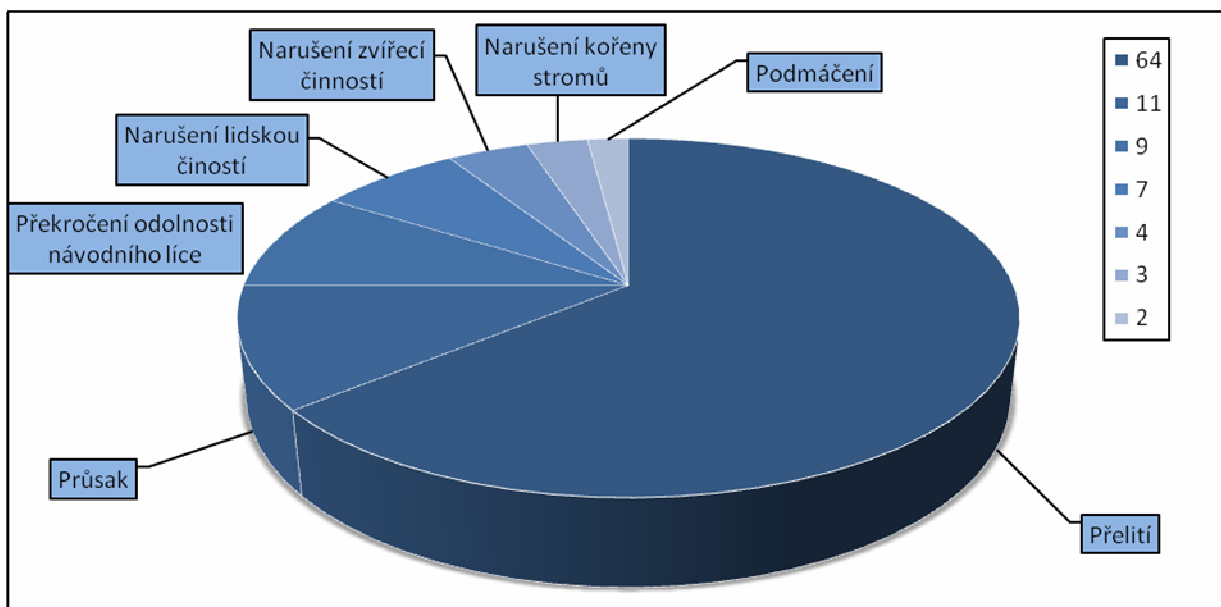
pro rok 2015 ve výši $315 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$. Vývoj by tedy stále měl stoupající tendenci, stejně jak to můžeme vidět v grafu č. 3. Proto je a bude nutné budovat protipovodňová opatření, o kterých podrobněji píše v kapitole 4.3. První z nich bylo dokončeno v roce 2007 takže ještě nemělo vliv na povodeň v roce 2006. Jak jsem již zmínil, kompletní protipovodňová ochrana Olomouce na úrovni $Q = 650 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ by měla být dokončena v roce 2015.

Hypotézu 5.1 zamítám z důvodu nízké závislosti mezi intenzitou povodní a časovým obdobím.

5.2 Druh a míra poškození ochranných hrází

Součástí analýzy rizik záplavových území je i určení pravděpodobnosti porušení ochranných hrází. Tato analýza vychází z databáze poruch hrází, která byla sestavena ze „Zpráv o povodňových situacích“ Povodím Moravy, s.p. Podle údajů uvedených v sestavené databázi se poruchy rozlišují podle sedmi základních příčin, ve skutečnosti se však většinou jedná o kombinace těchto příčin. Procentuální rozdělení příčin porušení ochranných hrází zachycuje graf č. 4.

Graf 4 - Příčiny poruch hrází v %



Zdroj: Databáze poruch hrází, Povodí Moravy, s.p.

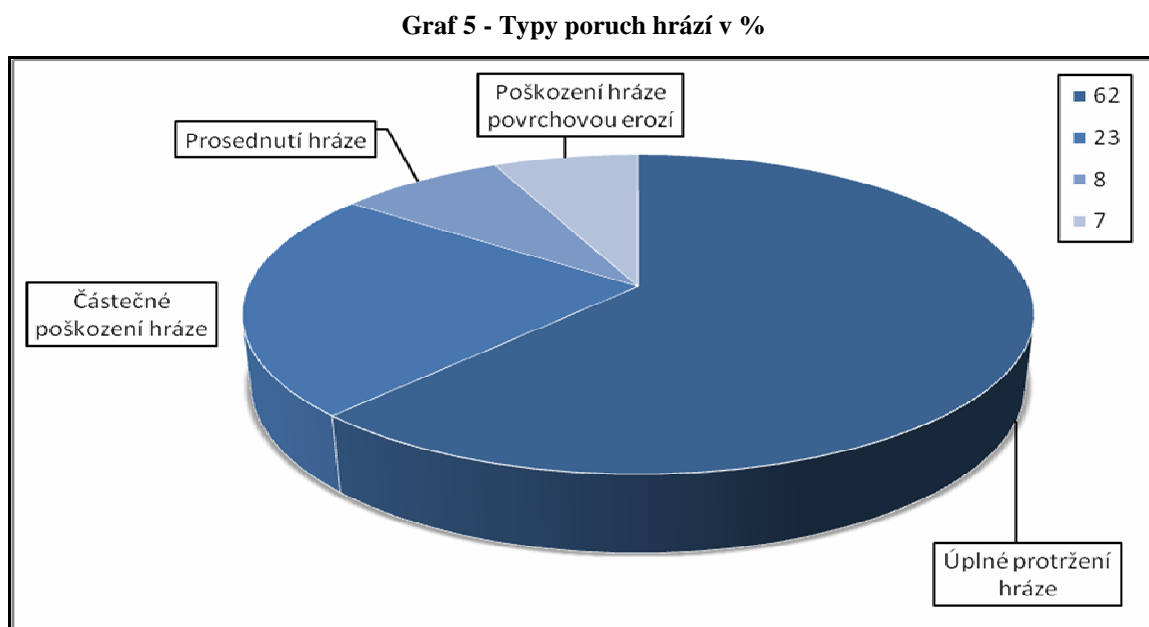
- **Přelítí** – způsobuje překročení kapacity koryta řeky
- **Průsak** – poruchy byly způsobeny zpravidla méně kvalitním materiálem hráze

- **Překročení odolnosti návodního líce hráze** – při dlouhotrvajících zvýšených průtocích
- **Narušení lidskou činností** – například přejížděním zemědělskými vozidly
- **Narušení zvířecí činností** – chodby hlodavců usnadňují vznik cest pro proudění vody tělesem hráze
- **Narušení kořeny stromů** – odumřelé kořenové systémy urychlují vznik filtračních deformací
- **Podmáčení** – v případě dlouhodobě zvýšených vodních stavů v tocích dochází k podmáčení hráze, dále také ke ztrátě stability a sesuvům hráze

Pokud se na poruchy hrází díváme z hlediska typů, můžeme rozlišit následující 4 základní typy porušení co do rozsahu a míry.

- úplné protržení hráze, spojené se vznikem průlomového otvoru
- částečné poškození hráze, při jejím dočasném přelítí
- prosednutí hráze, kvůli filtračním deformacím
- poškození hráze povrchovou erozí způsobenou prouděním vody v toku

Procentuální rozdělení typů poruch je vyjádřeno v grafu č. 5.



Zdroj: Databáze poruch hrází, Povodí Moravy, s.p.

5.3 Odhad relativní četnosti porušení hrází

Tento ukazatel nám vyjadřuje roční četnost poruch na délkovou jednotku hrází. Povodí Moravy, s.p. spravuje na 1300 km ochranných hrází, celkový počet poruch je zhruba 250. Poruchy sledujeme od roku 1965, tedy 45 let. Tento údaj je ovšem pouze orientační, jelikož počty poruch nejsou zcela přesné. Zvláště problematické jsou údaje o starších povodních, v záznamech o povodních z pozdějších let jsou již údaje podrobnější. Přesto lze z tohoto výpočtu stanovit přibližnou pravděpodobnost výskytu poškození a udělat z něj závěry.

$$R \check{C} = \frac{m}{l}$$

RČ.....relativní četnost poruch hrází na 1 km

m..... počet evidovaných poruch

l..... celková délka hrází povodí

$$R\check{C} = \frac{250}{1300} = 0,1923$$

Abychom získali roční pravděpodobnost výskytu poruchy hráze ($R\check{C}_r$), musíme relativní četnost ($R\check{C}$) vydělit počtem let (n), v kterých poruchy evidujeme.

$$R\check{C}_r = \frac{R\check{C}}{n} = \frac{0,1923}{45} = 0,004273$$

Můžeme tedy konstatovat, že na 1 km ochranných hrází lze během 45 let očekávat relativní četnost poruch 0,1923 a roční relativní četnost pak cca 0,0043. Pro porovnání jsem našel výsledky podobné studie, kterou v roce 2009 provedlo Povodí řeky Odry. Tam vyšly následující údaje: $R\check{C} = 0,258$, $R\check{C}_r = 0,00527$, sledované období 49 let. Jak můžeme vidět četnost i pravděpodobnost poruch jsou v povodí Odry o trochu vyšší, ale s tím Olomouckým srovnatelné.

Tabulka 8 – Spolehlivost hrází

Spolehlivost	Pravděpodobnost poruchy hráze
vysoká	$2,9 \times 10^{-7}$
dobrá	$3,2 \times 10^{-5}$
nadprůměrná	$1,3 \times 10^{-3}$
podprůměrná	$6,2 \times 10^{-2}$
nízká	$2,3 \times 10^{-2}$
nedostatečná	$6,7 \times 10^{-2}$
nebezpečná	$1,6 \times 10^{-1}$

Zdroj: Riziková analýza záplavových území [4] str. 183

Pro další zhodnocení jsem využil vztah verbálního hodnocení s pravděpodobností poruchy, který ve své studii zveřejnil Jaromír Říha. Tento vztah graficky znázorňuje tabulka č. 8. Pro roční relativní četnost v Povodí Moravy (0,0043) odpovídá verbální hodnocení spolehlivosti – nadprůměrná.

5.4 Výpočet povodňového rizika

Při výpočtu povodňového rizika je třeba zvážit všechny reálné kombinace výše škod a jejich pravděpodobnosti od průtoků, při nichž škody začínají vznikat až po extrémní průtoky, jejichž pravděpodobnost je téměř zanedbatelná. Výsledkem této analýzy je výpočet průměrného povodňového rizika na jeden rok. Pro výpočet rizika existují dva základní postupy. Prvním je analytický postup, druhým postup stochastický metodou Monte-Carlo. V mé diplomové práci jsem se vzhledem k dostupným datům o povodních rozhodl pro výpočet povodňového rizika první zmiňovanou metodou.

Analytická metoda výpočtu povodňového rizika

V případě použití analytického postupu se průměrné povodňové riziko vyčísluje integrací součinu povodňových škod od všech průtoků, které způsobují v zájmovém území škody, a pravděpodobnosti jejich výskytu.

Pro průměrné povodňové riziko na jeden rok pak platí:

$$R = E(D) = \int_{Q_a}^{Q_b} D(Q) \cdot f(Q) dQ$$

$R=E(D)$ průměrné roční povodňové riziko (Kč)

$D(Q)$výše škody při průtoku Q (Kč)

Qprůtok (m³/s)

$f(Q)$hustota pravděpodobnosti ročních kulminačních průtoků

Q_a, Q_bprůtok, při kterém začínají vznikat škody, resp. průtok, při kterém je pravděpodobnost škod již blízká nule (m³/s)

Distribuční funkce ročních kulminačních průtoků je definována vztahem:

$F(Q) \equiv \int_0^Q f(Q) dQ$, pravděpodobnost překročení průtoků se dá vyjádřit jako: $P(Q) = 1 - F(Q)$.

Doba opakování průtoku Q je potom: $N(Q) = -\frac{1}{\ln(1-P(Q))} \cong \frac{1}{P(Q)}$.

Pokud předpokládáme lineární závislost mezi výší škod a logaritmem doby opakování vyjádřenou jako $[D(N)=D_a + A(\ln N - \ln a)]$, kde $A = \frac{(D_b - D_a)}{(\ln b - \ln a)}$ [1], můžeme vzorec pro

povodňové riziko přepsat do tvaru:

$$R = -\frac{1}{b} \left[D_a + A(1 + \ln b - \ln a) \right] + \frac{1}{a} (D_a + A) \quad [2]$$

D_a, D_b škody při povodních

a, b doby návratů povodně

R průměrné roční povodňové riziko (Kč)

K dispozici máme data z povodní v letech 1997 a 2006. Jedná se o dvacetiletou vodu a historicky největší povodeň, která způsobila škody v řádu několika desítek miliard.

Index	Doba návratu povodně	Kulminační průtok (m ³ /s)	Celkové škody
a	Q20	382	1,6 mld. Kč
b	Q100	715	62,6 mld. Kč

Dosazením hodnot do rovnice [1] vypočítáme hodnotu A, kterou pak dosadíme do vztahu [2].

$$A = \frac{(62,6 - 1,6)}{(\ln 100 - \ln 20)} = \frac{61}{1,6094} = 37,9023$$

$$R = -\frac{1}{100} [1,6 + 37,9023 (1 + \ln 100 - \ln 20)] + \frac{1}{20} (1,6 + 37,9023) = -1,005 + 1,975 = 0,97$$

Výsledek nám udává hodnotu povodňového rizika pro hlásný profil Olomouc – Nové sady při údajích o povodních o velikosti Q20 a Q100. Hodnota povodňového rizika je rovna 0,97 mld. Kč za rok.

5.5 Zhodnocení efektivity protipovodňových opatření

Efektivita PPO se poměřuje podobně jako většina jiných ochranných projektů. Základní požadavek je, aby vynaložené náklady na PPO nebyly vyšší než hodnota majetku chráněného území. Dále se náklady poměřují s výší škod, které způsobily předchozí povodně, s přihlédnutím na pravděpodobnost výskytu další povodně na daném území. Právě pro tuto variantu jsem se rozhodl. Výsledek mi pomůže ověřit hypotézu 5.5: Jsou finance na PPO investovány efektivně?

Nejdříve jsem musel provést následující pomocné výpočty. Z dostupných dat, uvedených v tabulce č. 10, je možné vypočítat pravděpodobnost výskytu povodně na území města Olomouc. Od roku 1930 postihla Olomouc povodeň, s kulminačním průtokem $\geq Q_2$, celkem 49x z čehož vyplývá pravděpodobnost výskytu 0,6125 (61,25 %). Toto číslo je alarmující, ovšem musíme brát v úvahu fakt, že převážná většina ze 49 povodní, měla nízký kulminační průtok a způsobila minimální škody.

Tabulka 9 - Četnosti výskytu povodní s kulminačním průtokem $\geq Q_2$

Měrná stanice	Olomouc – Nové Sady			
Období	1930 - 1949	1950 - 1969	1970 - 1989	1990 - 2009
Absolutní četnost povodní (m_i)	15	10	14	10
Relativní četnost povodní (t_i)	0,306	0,204	0,286	0,204

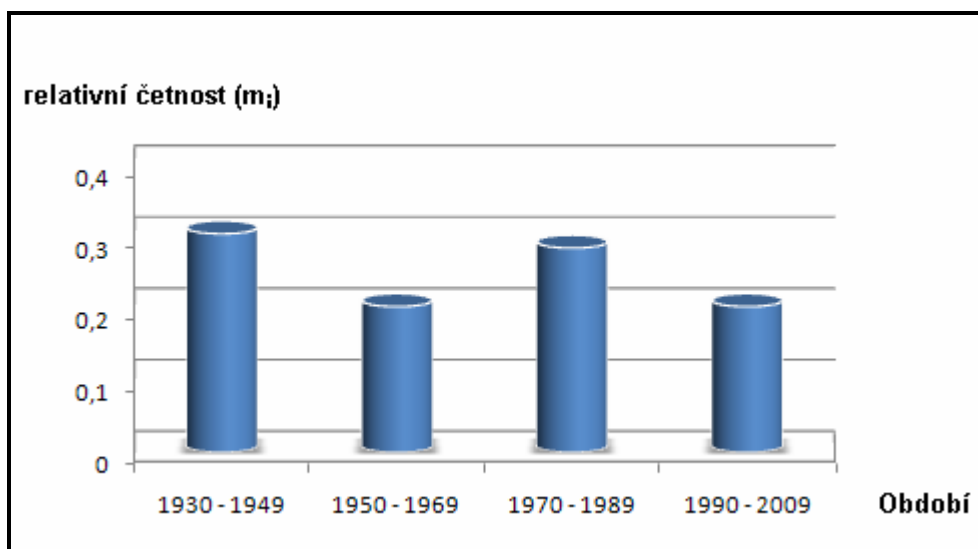
Zdroj: data o průtocích ČHMU, vlastní zpracování

Pokud sečteme absolutní četnosti povodní, dostaneme. $\sum m_i = 49$

Součet všech relativních četností samozřejmě musí být roven jedné. $\sum_{i=1} t_i = 1$

Pro grafické znázornění jsem zvolil histogram, jelikož nejlépe vystihuje intervalové rozdělení statistických dat. Z něho je patrné, že ve sledovaném období se pravidelně střídali období s vyšší a nižší četností povodní.

Graf 6- Histogram četností povodní



Zdroj: vlastní zpracování

Když počítáme jen s daty z povodní s vyššími kulminačními průtoky, výsledky již nejsou tak hrozné. Povodní s kulminačním průtokem $\geq Q_{10}$ bylo totiž pouze 10. Pokud znovu vypočítáme pravděpodobnost výskytu, vyjde nám pravděpodobnost 0,125, která dle mého úsudku lépe reprezentuje skutečnou pravděpodobnost výskytu povodně, a proto jsem ji zvolil pro výpočet.

Životnost popisovaných protipovodňových opatření je podle informací zveřejněných v Radničních listech města Olomouce, minimálně 50 let. Hodnota povodňového rizika, které bylo počítáno v kapitole 5.9 je rovna 0,97 mld. Kč / rok. Výše investic do PPO, které jsem popsal v kapitole 4.3, činí 1,45 mld. Kč. K této částce musíme ještě přičíst ostatní náklady spojené s PPO zobrazené v tabulce č. 11. Ta ukazuje další nutné náklady na protipovodňová opatření do roku 2015 a také plánované na následné roky. Jedná se aktuální data zveřejněná povodím Moravy v prosinci 2009. Jejich suma je 0,903 mld. Kč. Celková úroveň nákladů vynaložených na PPO je tedy 2,353 mld. Kč (0,903 + 1,45).

Tabulka 10 – Ostatní náklady na PPO k 11. 12. 2009

Opatření v oblasti povodí Moravy	Olomouc	
	počet	cena (v mil. Kč)
Revitalizační opatření	13	365
Ostatní náklady	7	538
Celkem	20	903

Zdroj: Plán oblasti povodí Moravy

Abychom mohli zhodnotit efektivnost PPO je potřeba ještě vyčíslit přínosy těchto opatření. V tomto případě je přínosem zvýšení ochrany území, tedy snížení rizika povodní „R“ (v Kč), které se nejlépe vyjádří pomocí povodňových ztrát „Z“ (v Kč) a pravděpodobnosti výskytu povodně „p“ (v %). Vzorec tedy bude vypadat následovně:

$$R = p \cdot Z$$

Riziko bez protipovodňových opatření (R^0) tedy bude = 0,97 x 0,1 = 0,107 mld. Kč. Riziko s protipovodňovými opatřeními (R^+) = 0,97 x 0,01 = 0,011 mld. Kč. Pouze jedna povodeň přesáhla svoji silou plánovaná protipovodňová opatření, proto je pravděpodobnost výskytu povodně s opatřením = 0,011. Z těchto průběžných výsledků pak lze vypočíst rozdíl rizik $\Delta R = R^0 - R^+ = 0,107 - 0,011 = 0,096$ mld. Kč.

Tuto částku nyní musíme vynásobit životností protipovodňových opatření a výsledek diskontovat, jelikož vyčíslené škody musí být vztaženy k časové úrovni, ve které byly

vynaloženy investiční náklady. Právě správné nastavení diskontní sazby je pro hodnocení velice důležité. Volbou vyšší hodnoty totiž upřednostňujeme projekty, které přinášejí rychlou návratnost, oproti tomu použitím nižší sazby dáváme prostor pro realizaci projektů dlouhodobějšího charakteru. V našem případě se jedná o projekt dlouhodobějšího charakteru, proto jsem zvolil diskontní sazbu ve výši 0,05 (5%), která byla doporučována pro veřejné projekty v roce 2006, tedy v roce zahájení projektu.

Tabulka 11 - přínosy a náklady PPO

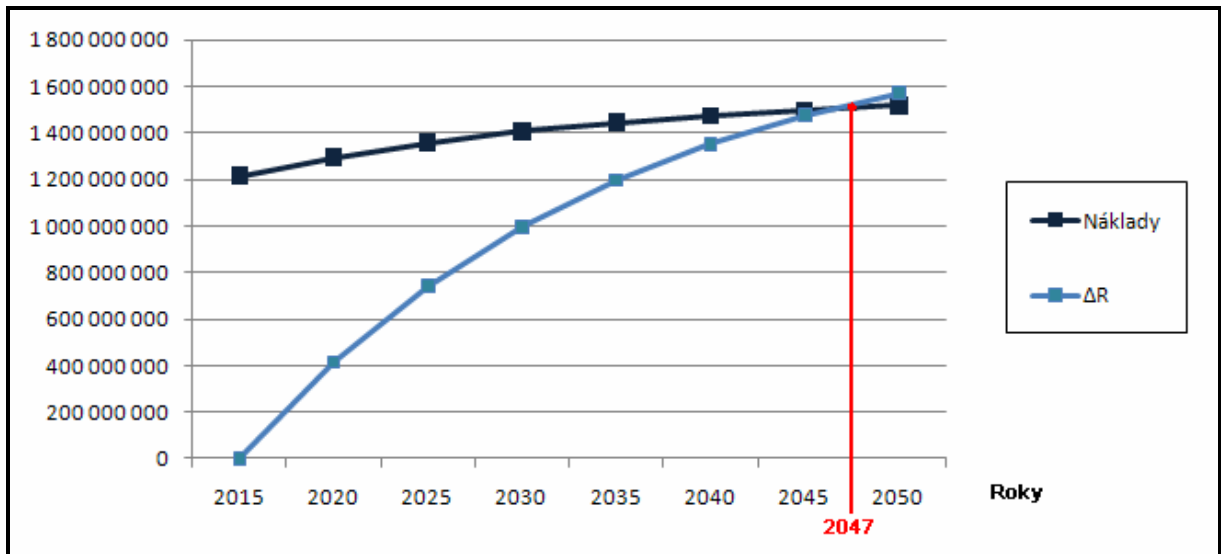
Rok	Přínosy	Náklady	Diskontované příjmy	Diskontované náklady
2006	0	278 000 000	0	264761905
2007	0	26 000 000	0	24761905
2008	0	143 250 000	0	136 428 571
2009	0	143 250 000	0	129 931 973
2010	0	143 250 000	0	123 744 736
2011	0	143 250 000	0	117 852 130
2012	0	143 250 000	0	112 240 123
2013	0	143 250 000	0	106 895 356
2014	0	143 250 000	0	101 805 101
2015	0	143 250 000	0	96 957 239
2016	96 000 000	18 428 571	91 428 571	17 551 020
2017	96 000 000	18 428 571	87 074 829	16 715 257
...
2065	96 000 000	18 428 571	8 371 558	1 607 040
Σ	4 704 000 000	2 353 000 000	1 752 568 844	1 551 809 656

Zdroj: vlastní zpracování

$$EF = \frac{\sum \Delta R}{\sum N} = \frac{1752568844}{1551809656} \cong 1,13$$

Efektivnost PPO nám vyšla > 1. V takovém případě jsou náklady vynaložené na protipovodňová opatření nižší než přínosy z nich plynoucí a je výhodné vložit do ochranných opatření finanční prostředky. **Hypotézu 5.5 mohu za těchto okolností potvrdit.**

Graf 7 - Časový vývoj ΔR a nákladů na PPO



Zdroj: vlastní zpracování

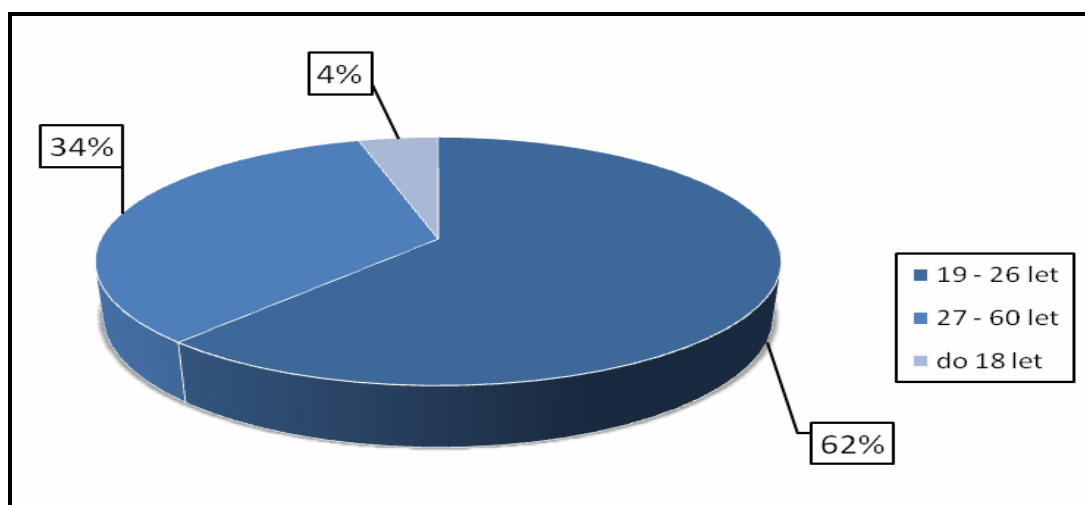
Graf č. 7 znázorňuje dobu návratnosti investice. Přínosy převýší náklady téměř přesně v polovině životnosti protipovodňových opatření, respektive v roce 2047. Od následujícího roku již je investice zisková.

6 Dotazníkový průzkum

V této kapitole bych chtěl zveřejnit a okomentovat výsledky dotazníkového průzkumu "Povodně a protipovodňová ochrana", který jsem provedl na serveru vyplnto.cz v období od 19. 02. 2010 do 08. 03. 2010. Dotazník měl 11 otázek (viz příloha VIII), průměrná doba jeho vyplnění byla 00:01:59. Celkový počet respondentů mého dotazníku byl 113, což již zaručuje dobrou vypovídací hodnotu. Výsledky jsou dostupné online na <http://povodne-a-protipovonova-ochrana.vyplnto.cz>.

Aniž by to bylo cílené, vyšlo rozložení respondentů podle pohlaví téměř rovnoměrně. Žen se zúčastnilo 57 (50.44%) a mužů 56 (49.56%). Data jsou tedy velmi vhodná pro mezipohlavní srovnávání. Věkovou strukturu jsem rozdělil do následujících 4 kategorií (do 18 let, 19 – 26 let, 27 – 60 let, nad 60 let). Rozložení respondentů do kategorií je zobrazeno pomocí grafu č.8.

Graf 8 – Věková struktura respondentů



Zdroj: vlastní zpracování

Nyní bych postupně rozebral jednotlivé dotazníkové otázky a krátce je okomentoval. U otázek na které bylo možno odpovědět ANO – NE jsem výsledky přepočítával pomocí vzorce:

$$p_r = p \pm 1,96 \cdot \sqrt{\frac{p \cdot (p-1)}{n}}$$

n.... počet respondentů

p.... pravděpodobnost

- **Zasáhly Vás přímo povodně v roce 1997?**

61 respondentů (53.98%) zvolilo možnost NE, 52 respondentů (46.02%) možnost ANO.

$$p_r = 0,4602 \pm 1,96 \cdot \sqrt{\frac{0,5398 \cdot 0,4602}{113}} = 0,4602 \pm 0,0919 = \langle 0,3683 ; 0,5521 \rangle$$

- **Vznikly Vám při této povodni materiální škody?**

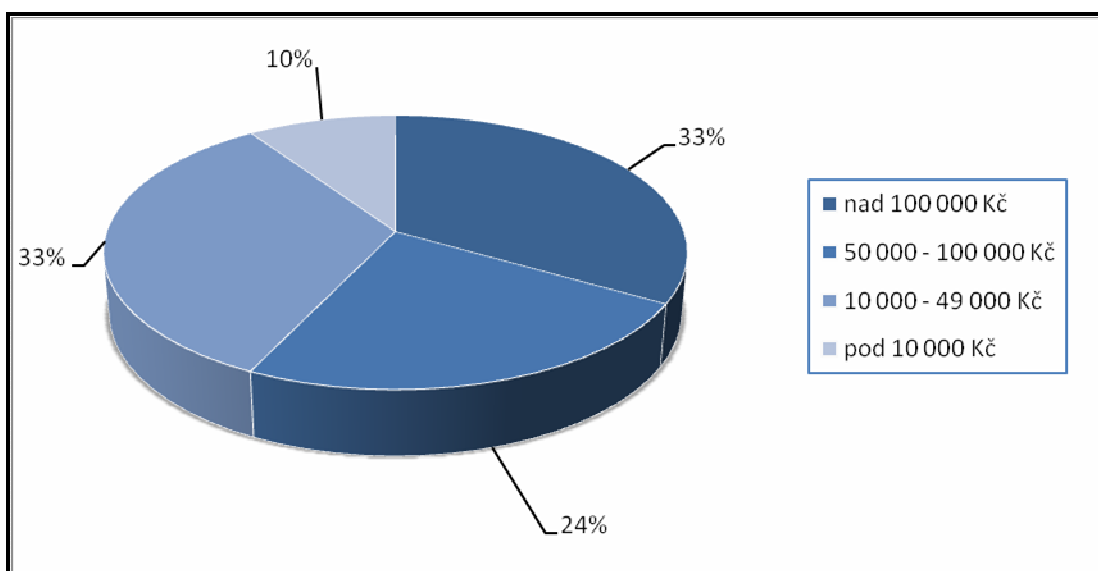
86 respondentů (76.11%) zvolilo možnost NE, 27 respondentů (23.89%) možnost ANO.

$$p_r = 0,2389 \pm 1,96 \cdot \sqrt{\frac{0,7611 \cdot 0,2389}{113}} = 0,2389 \pm 0,0786 = \langle 0,1603 ; 0,3175 \rangle$$

- **Mohli byste tyto škody vyčíslit v Kč?**

Jak vyplývá z předchozích odpovědí, respondentů této otázky bylo 27. Maximální uvedenou mírou škody bylo 300 000,- Kč, minimální 1000,- Kč, průměr hodnot byl roven 51 600,- Kč a modus hodnot 100 000,- Kč.

Graf 9 - Úhrny škod v %



Zdroj: vlastní zpracování

- **Zvětšil se po povodních Váš zájem o tuto problematiku?**

34 respondentů (30.09%) zvolilo možnost NE, 79 respondentů (69.91%) možnost ANO.

$$p_r = 0,6991 \pm 1,96 \cdot \sqrt{\frac{0,3009 \cdot 0,6991}{113}} = 0,6991 \pm 0,0846 = \langle 0,6145 ; 0,7838 \rangle$$

- **Zaregistrovali jste nějaké protipovodňové opatření?**

51 respondentů (45.13%) zvolilo možnost NE, 62 respondentů (54.87%) možnost ANO.

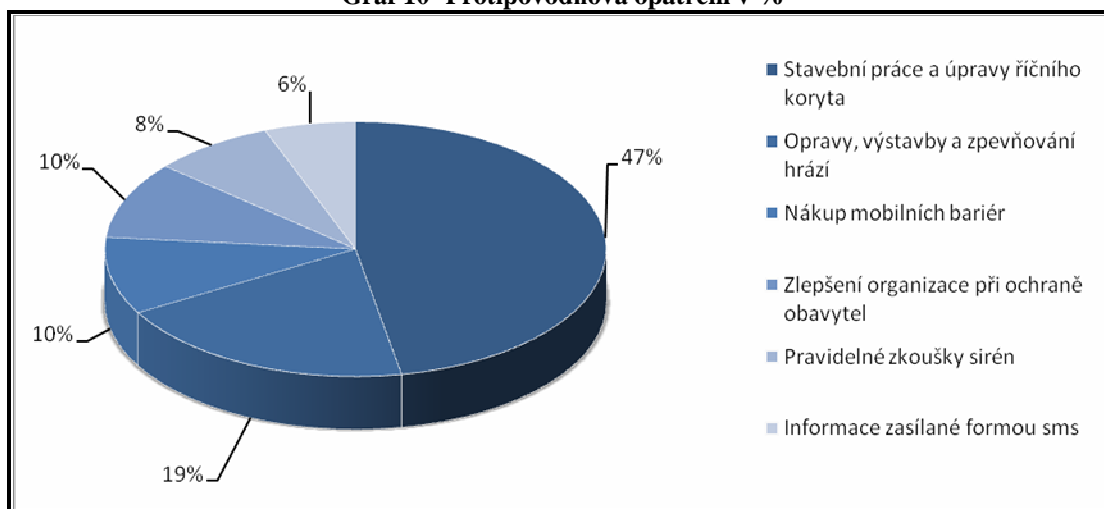
$$p_r = 0,5487 \pm 1,96 \cdot \sqrt{\frac{0,5487 \cdot 0,4513}{113}} = 0,5487 \pm 0,0918 = \langle 0,456 ; 0,6405 \rangle$$

U této otázky mě v případě kladné odpovědi zajímalo, jaké konkrétní opatření respondent zaregistroval:

- 1) Stavební práce a úpravy říčního koryta ... 24 respondentů
- 2) Opravy, výstavby a zpevňování hrází ... 10 respondentů
- 3) Nákup mobilních bariér ... 5 respondentů
- 4) Zlepšení organizace při ochraně obyvatel ... 5 respondentů
- 5) Pravidelné zkoušky sirén ... 4 respondentů
- 6) Zasílání aktuálních informací formou sms ... 3 respondentů

Rozložení uváděných protipovodňových opatření podle procent jsem znázornil v grafu č. 10.

Graf 10- Protipovodňová opatření v %



Zdroj: vlastní zpracování

- **Myslíte, že je nyní protipovodňová ochrana dostatečná?**

V této otázce měli tázání uvést svůj názor na protipovodňovou ochranu. Pouze 13 (11.5%) jich uvedlo, že je dostatečná (6 mužů, 7 žen). Celých 48 respondentů (42.48%) zvolilo možnost NEVÍM (25 mužů, 23 žen) a 52 (46.02%) usoudilo dle svých zkušeností a jim dostupných informací, že ochrana dostatečná není (24 mužů, 28 žen). Z toho vyplývá, že mezi obyvatelstvem vládne poměrná skepse, co se týče jejich bezpečnosti.

- **Odhad míry rizika dalších, rozsáhlých povodní (1 – min....10 – max)**

Kromě možnosti 1, což byla nemehčí hodnota rizika, měla každá kategorie alespoň 2 zastoupení. Statistické ukazatele jsem pro přehlednost sepsal do tabulky č.13.

Tabulka 12 - Statistické ukazatele

minimum	maximum	modus	průměr
2	10	8	6,21

Zdroj: vlastní zpracování

Vysoký počet hodnot z horní hranice bodovací škály nám jen potvrzuje domněnku, že lidé se povodní opravdu obávají. Jimi odhadované riziko je totiž větší, než ve skutečnosti.

- **Víte jak postupovat, pokud nadejde krizový povodňový stav?**

Vysoký počet respondentů, celkem 45 (39.82%) uvedl možnost NE.

$$p_r = 0,6018 \pm 1,96 \cdot \sqrt{\frac{0,6018 \cdot 0,3982}{113}} = 0,6018 \pm 0,0903 = \langle 0,5115 ; 0,6921 \rangle$$

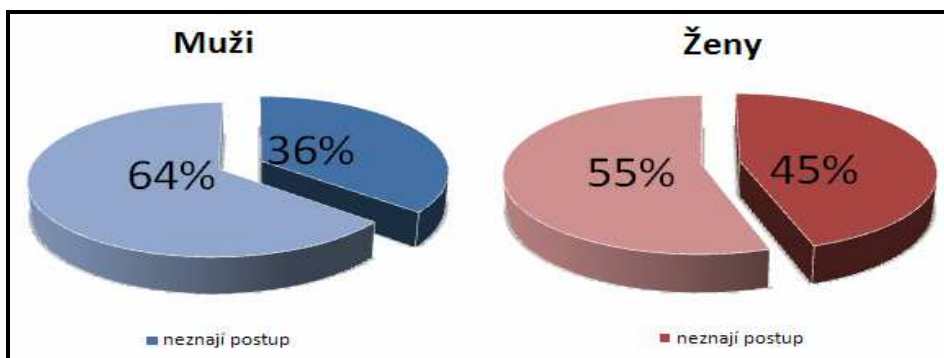
Tento fakt považuji za jeden z nejvíce alarmujících. Pokud se totiž sami nebudeme této problematice věnovat a osvojovat si alespoň základní bezpečnostní postupy, nebude protipovodňová bezpečnost nikdy dostačující. Pro úplnost už jen doplním, že kladně na tuto otázku odpovědělo 68 respondentů (60.18%).

6.1 Analýza závislostí

V této kapitole bych rád poukázal na zajímavé souvislosti mezi odpověďmi respondentů. Jak již bylo napsáno dříve, vzorek je velmi vhodný pro mezipohlavní srovnání. Mě především zajímalo, jestli se o povodňovou problematiku začaly zajímat více ženy, než

muži, a pak které pohlaví je lépe připraveno na krizový stav. Pokud jde o krizový stav, tak 64% mužů ví (nebo si to alespoň myslím) jak postupovat. U žen toto procento činí 55%. V tomto ohledu jsou na tom tedy lépe muži.

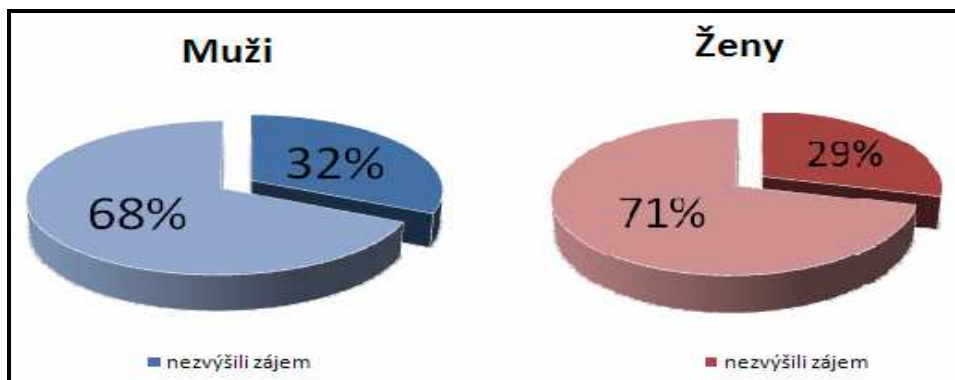
Graf 11 – Postup v krizovém stavu



Zdroj: vlastní zpracování

Když budeme chtít zjistit, které pohlaví se o problematiku více zajímá, tak nám vyjde 68% všech dotázaných mužů a 71% dotázaných žen. Dá se tedy říci, že ženy jsou v této otázce zodpovědnější a po prožití povodní se snaží o této problematice něco bližšího dovědět.

Graf 12 – Zájem o povodně



Zdroj: vlastní zpracování

Co mě dále zajímalo, byla logická souvislost mezi zájmem o problematiku a výší utrpěných škod. Celkem 94.74% respondentů, kteří utrpěli škody alespoň ve výši 5 000,- Kč, uvedlo, že se jejich zájem o povodňovou problematiku zvýšil. Zde jde vidět vysokou závislost. Procentuální poměr respondentů roste s výší škod, až se při škodách nad 100 000,- Kč dostaneme na 100% zvýšení zájmu o problematiku.

Závěr

Ve své diplomové práci s názvem „Povodně na Olomoucku“ jsem se zabýval teoreticky i prakticky ochranou před povodněmi na území města Olomouc. Práci jsem rozdělil do šesti kapitol.

V první kapitole vysvětluji základní pojmy, které je třeba znát k orientaci v této problematice. Zabýval jsem se krizovým managementem, mimořádnými událostmi a povodněmi obecně. Tím jsem obsáhl jednotlivé složky bezpečnosti v České Republice. Tedy aspoň ty, které se týkají problematiky povodní. Uvedl jsem i legislativní rámec, který tyto složky upravuje. V těchto prvních dvou kapitolách jsem čerpal výhradně z odborné literatury a elektronických zdrojů.

Druhá kapitola je zpracována na základě veřejných zdrojů, které zpřístupnilo Povodí Moravy s.p. Poskytují zde informace o řece Moravě, jako hlavním toku východní části naší republiky. Dále o státním podniku Povodí Moravy, který, jakožto správce vodních toků, provozuje a udržuje vodní díla ve vlastnictví státu připadajících na řeku Moravu.

V následující kapitole je již přiblíženo město Olomouc a charakterizováno jeho povodí. Aplikoval jsem zde teoretické poznatky z první kapitoly. Popisují tedy organizaci ochrany Olomouce, jednotlivé aktéry a samozřejmě i protipovodňová opatření a to nejen realizovaná, ale rovněž plánovaná.

Čtvrtá kapitola je věnována povodni z roku 1997. Analyzuji ji nejdříve z pohledu celého státu a následovně se soustředím výhradně na Olomouc. Vždy nejdříve popisují důvody vzniku, poté průběh povodně a nakonec způsobené škody. Existuje samozřejmě mnoho jiných dokumentů, které se této problematice věnují. Já se při vytváření analýzy snažil využít co nejširší škálu zdrojů a samozřejmě i svých vlastních zkušeností, jelikož jsem byl přímým aktérem této povodně.

V páté kapitole se věnuji analýze rizik spojených s povodněmi. Provedl jsem odhad výše povodně regresní analýzou podle historických dat, odhad četnosti porušení hrází, vypočetl povodňové riziko pomocí analytické metody a nakonec zhodnotil efektivitu protipovodňových opatření. Při zpracování této části jsem vycházel z materiálů Odboru ochrany statutárního města Olomoucí a z dat zveřejněných na internetových serverech Povodí Moravy a ČHMU.

Šestá kapitola byla již trochu nadplán mého původního záměru. Prezentuji v ní výsledky svého veřejného průzkumu. Cílem průzkumu bylo hlavně zjistit zájem obyvatel Olomoucka o

povodně a zjistit zda se změnil jejich náhled na tuto problematiku po prodělání povodně z roku 1997.

Povodně byly, jsou a budou součástí života na Olomoucku. Jen ve 20. století bylo na 48 povodní. Téměř na konci století navíc přišla ta nejhorší, při níž vznikly ztráty v celkové výši 2 484 mil. Kč. Během 21. století se objevily povodně zatím pouze jednou a to v roce 2006. Město Olomouc, po povodni v roce 1997, přehodnotilo přístup k problematice a rozhodlo se pro vybudování PPO, které budou chránit město před průtokem ve výši $650 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$. Náklady na realizaci PPO se dají poměrně snadno vyčíslit. Investiční náklady jsou ve výši 1,45 mld. Kč a další plánované náklady vy výši 0,93 mld. Kč. Problém je ale s oceněním přínosů. To se provádí pomocí metod rizikové analýzy. Na základě jednoduchého modelu lineární regrese, provedeného z historických dat, byl proveden odhad výskytu povodně. Ukázalo se, že predikce kulminačních průtoků má stoupající tendenci. Toto zjištění jasně hovoří pro zvýšení ochrany města. Z poměrně nízké hodnoty indexu determinace (0,226) však vyplývá, že závislost není silná. Relativní četnost porušení hrází vyšla 0,1923. Po přepočtu na roční hodnotu 0,004273. Díky tomuto výsledku lze hodnotit spolehlivost hrází v povodí jako nadprůměrnou. Další součástí rizikové analýzy byl výpočet povodňového rizika. Pro něj byla použita analytická metoda, která průměrné povodňové riziko vyčísluje integrací součinu povodňových škod a pravděpodobnosti jejich výskytu. Po dosazení dat do příslušných vzorců byla získána hodnota povodňového rizika rovná částce 0,97 mld. Kč za jeden rok.

Efektivnost investice do PPO jsem pak zjišťoval na základě porovnání nákladů a snížení povodňového rizika v časovém horizontu 50 let (životnost PPO). Efektivnost mi vyšla 1,59. Lze tedy vyslovit závěr, že finance do PPO byly a budou vynaloženy efektivně.

Definované cíle byly splněny následovně:

- **v první kapitole je obecně popsána problematika rizik, se zaměřením na to povodňové,**
- **analýza povodňové situace na území statutárního města Olomouc byla provedena ve třetí kapitole,**
- **ve čtvrté kapitole byla provedena analýza povodně z července roku 1997,**
- **vyslovená hypotéza efektivnosti nákladů na povodňovou prevenci byla ověřena v páté kapitole.**

Cíle mé diplomové práce byly splněny ve všech bodech.

Literatura

Odborná literatura:

- [1] ANTUŠÁK, E., KOPECKÝ, Z. *Úvod do teorie krizového managementu* I. 2. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, Fakulta podnikohospodářská, 2003. ISBN 50-245-0548-7
- [2] AVEN, T., *Foundations of risk analysis*. Chichester: John Willey & sons, 2005. ISBN 100-471-49548-4
- [3] ČAMROVÁ, L., JÍLKOVÁ, J.: *Povodňové škody a n.stroje k jejich snížení*. 1. vydání, Praha : Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku, Fakulty národohospodářské, Vysoká škola ekonomická v Praze, 2006. 420 s. ISBN 80-86684-35-0
- [4] ČAMROVÁ, L., JÍLKOVÁ, J. a kol.: *Povodně v území*. Praha: IEEP 2006. 172 s. ISBN: 80-7379-000-9
- [5] HRÁDEK, F., KURŮK, P.: *Hydrologie*. 1.vyd., Credit, Praha, 2002. 271 s. ISBN: 80-213-0950-4.
- [6] KUBANOVÁ, J.: *Statistické metody pro ekonomickou a technickou praxi*. 2. vydání. Bratislava: Statis 2004. 249 s. ISBN 80-85659-37-9.
- [7] PROCHÁZKOVÁ, D. *Řízení bezpečnosti, krizového řízení a plánování., ochrana kritické infrastruktury*. Praha : Regionservis, 2005. 89 s. ISBN 80-239-4452-5
- [8] ROUDNÝ, R. – LINHART, P.: *Krizový management I – Ochrana obyvatelstva, mimořádné události*. 1. vydání. Pardubice: Univerzita Pardubice 2004. 97 s. ISBN 80-7194-674-5.
- [9] ŘÍHA, J. a kol.: *Riziková analýza záplavových území*. Cerm, Brno, 2005. 286 s. ISBN: 80-7204-404-4.
- [10] TICHÝ, M., *Ovládání rizika, analýza a management*. Praha: C. H. Beck, 2006. ISBN 80-7179-415-5

Právní předpisy

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů

Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů

Internetové zdroje:

- [1] *Povodňová služba* [online]. 2009 [cit. 2010-03-16]. Dostupné z: <<http://hydro.chmi.cz/inetps/htm/textb.htm>>
- [2] *Mimořádné události* [online]. 2009 [cit. 2010-03-16]. Dostupné z: <http://www.zachranny-kruh.cz/mimoradne_udalosti/>
- [3] *Povodí Moravy – prezentace povodí* [online]. 2007 [cit. 2010-02-21]. Dostupný z: <http://www.pmo.cz/zp/2004/O_povodi.pdf>
- [4] *Krizový management města Olomouce* [online]. 2010 [cit. 2010-02-18]. Dostupný z: <http://www.olomouc.eu/kmmo/data/kmmo/kmmo_index.htm>
- [5] *ČHMÚ - hydrologická služba* [online]. 2010 [cit. 2010-04-07]. Dostupný z: <http://hydro.chmi.cz/hpps/popup_hpps_prfdyn.php?seq=2505266>
- [6] *Portál Povodí Moravy, s.p.* [online]. 2010 [cit. 2010-02-18]. Dostupný z: <<http://www.pmo.cz/>>
- [7] *Studie ochrany před povodněmi* [online]. 2010 [cit. 2010-02-18]. Dostupný z: <<http://www.iri.cz/kr-olomoucky/povodne>>
- [8] *Digitální povodňové plány* [online]. 2010 [cit. 2010-02-18]. Dostupné z: <http://www.povis.cz/html/povis_dpp.htm>
- [9] *Terminologický slovník - krizové řízení a plánování obrany státu - MVČR* [online]. 2010 [cit. 2010-02-18]. Dostupný z: <<http://www.mvcr.cz/clanek/terminologicky-slovník-krizove-řízení-a-planování-obrany-statu.aspx>>
- [10] *Informační server statutárního města Olomouc* [online]. 2010 [cit. 2010-02-18]. Dostupný z: <<http://www.olomouc.eu/phprs/>>
- [11] *Historické povodně a poruchy ochranných hrází v povodí řeky Moravy* [online]. Dostupné z: <http://www.vst.fce.vutbr.cz/download/lide/riha/clanky/VH_05b.pdf>
- [12] *Případová studie – Povodně* [online]. 2010 [cit. 2010-03-05]. Dostupná z: <http://www.herber.webz.cz/www_slovakia/case_studies/povodne.html>
- [13] *Povodně v roce 97* [online]. 2010 [cit. 2010-03-10]. Dostupné z: <<http://povodne97.nazory.cz/doku.php?id=obecne>>
- [14] *Charita Česká Republika* [online]. 2010 [cit. 2010-03-10]. Dostupná z: <<http://www.charita.cz/article.asp?nArticleID=728&nDepartmentID=335&nLanguageID=1>>
- [15] *Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997* [online]. 2010 [cit. 2010-03-10]. Dostupné z: <http://www.chmi.cz/hydro/souhrn/kap1.html#První_povodňová_epizoda>
- [16] *Metodický pokyn odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí k zabezpečení hlásné a předpovědní povodňové služby.* [online]. 2010 [cit. 2010-03-10]. Dostupný z: <<http://www.mzp.cz>>

Seznam příloh

<i>I - Vizualizace I. etapy protipovodňových opatření</i>	78
<i>II - Vizualizace II. etapy protipovodňových opatření</i>	78
<i>III – Hráz v Černovíře</i>	79
<i>IV - Protipovodňová hrazení</i>	79
<i>V - Povodeň 1997, Olomouc Lazce</i>	80
<i>VI - Povodeň 1997, Olomouc - Černovír</i>	80
<i>VII - Zaplavené území Olomouce v r. 1997</i>	81
<i>VIII - Dotazník</i>	82

I - Vizualizace I. etapy protipovodňových opatření



Zdroj: Protipovodňová opatření na Olomoucku. Dostupné z: <<http://www.olomouc.eu>>

II - Vizualizace II. etapy protipovodňových opatření



Zdroj: Protipovodňová opatření na Olomoucku. Dostupné z: <<http://www.olomouc.eu>>

III – Hráz v Černovíře



Zdroj: Informační server statutárního města. Dostupné z: <<http://www.olomouc.eu/>>

IV - Protipovodňová hrazení



Zdroj: Radniční listy, leden 2007. Dostupné z: <<http://www.olomouc.eu/radnicni-listy/>>

V - Povodeň 1997, Olomouc Lazce



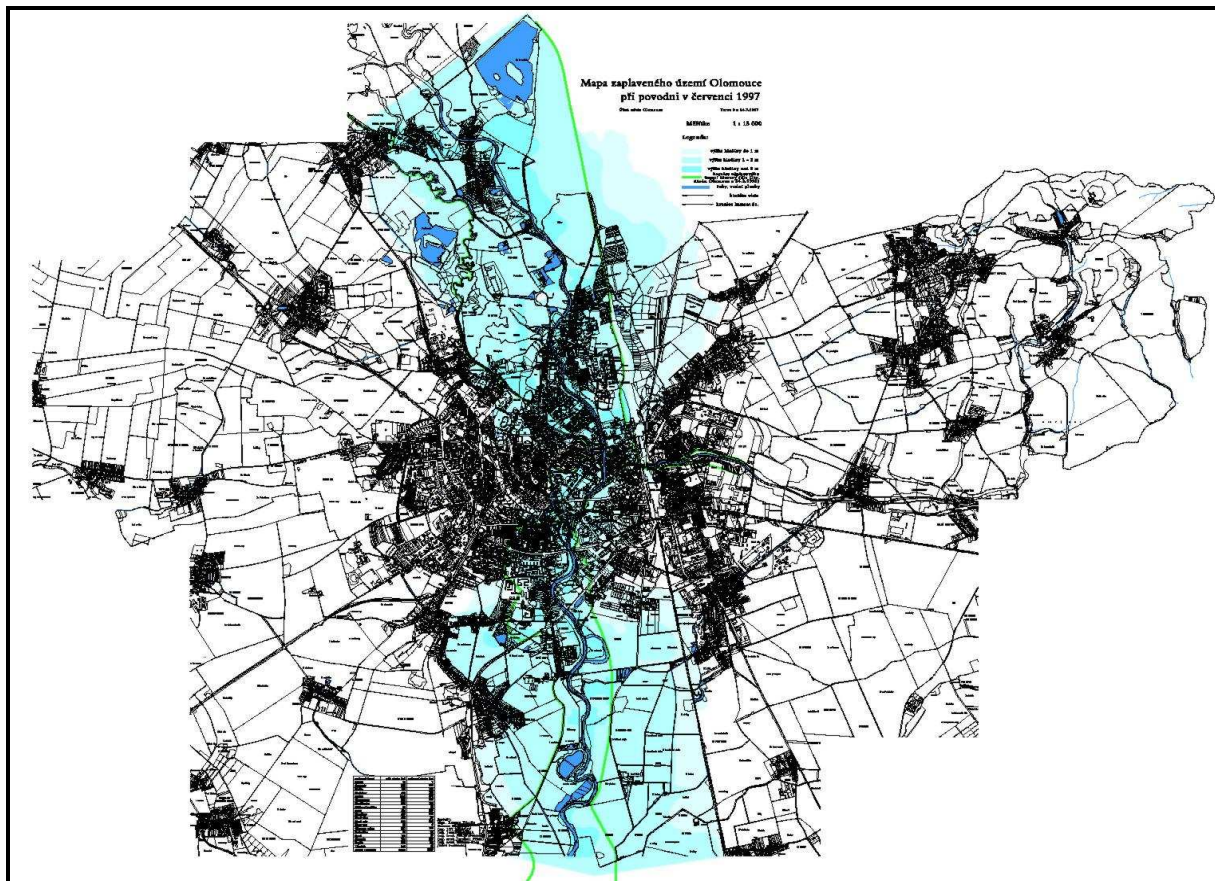
Zdroj: Charita Česká Republika. Dostupné z:
<<http://www.charita.cz/article.asp?nArticleID=762&nLanguageID=1>>

VI - Povodeň 1997, Olomouc - Černovír



Zdroj: Charita Česká Republika. Dostupné z:
<<http://www.charita.cz/article.asp?nArticleID=762&nLanguageID=1>>

VII - Zaplavené území Olomouce v r. 1997



Zdroj: Charita Česká Republika. Dostupné z:

<<http://www.charita.cz/article.asp?nArticleID=762&nLanguageID=1>>

VIII - Dotazník

(povinná otázka)

1. Pohlaví

muž
 žena

(povinná otázka)

2. Váš věk

do 18 let
 19 - 26 let
 27 - 60 let
 nad 60 let

(povinná otázka)

3. Zasáhly Vás přímo povodně v roce 1997?

(povinná otázka)

4. Vznikly Vám při této povodni materiální škody?

(nepovinná otázka)

5. Pokud ANO, mohli byste je vyčíslit v Kč?

(číslo)

(povinná otázka)

6. Zvětšil se po povodních Váš zájem o tuto problematiku?

(povinná otázka)

7. Zaregistrovali jste nějaké protipovoňové opatření, které bylo provedeno po povodni?

(nepovinná otázka)

8. Pokud ANO, jaké?

(povinná otázka)

9. Myslíte, že je nyní protipovodňová ochrana dostatečná?

(povinná otázka)

10. Zkuste odhadnout míru rizika dalších, takto rozsáhlých, povodní (1 - nejmenší...10 - nejvyšší)

(povinná otázka)

11. Víte jak postupovat pokud nadejde krizový povodňový stav?

Zdroj: Vyslnto.cz. Dostupné z: <<http://povodne-a-protipovonova-ochrana.vyslnto.cz>>